Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven

Herausgegeben von

H. Friedrich

Direktor des Instituts für Meeresforschung

unter Mitwirkung von

W. Höhnk

Kustos am Institut für Meeresforschung

Band VII

Heft 1

NSP
RAM
MH

1960

Kommissionsverlag Franz Leuwer, Bremen

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL
5 FEB 1962

Zur Sedimentverteilung in der Außenweser zwischen Hoheweg und Rotersand

Von Hans Lüneburg

Mit kartographischen Darstellungen im Anhang

Zur Einführung:

In Fortsetzung systematischer Beobachtungen an Wattoberflächen und Prielsystemen des Weserästuars (Lüneburg, 1957 und 1958) führten wir von 1957 bis 1959 Untersuchungen über die Sediment- und Bodenbeschaffenheit im Fahrwasser der Außenweser zwischen Bremerhaven, Hoheweg und der offenen See mit Hilfe des Institutskutters „Victor Hensen" durch. Es interessierten hierbei vor allem detaillierte Untersuchungen der Sedimentbeschaffenheit und -veränderung auf der Strecke von Hoheweg bis See (siehe Übersichtskarte im Anhang). Besondere Aufmerksamkeit wurde den Verhältnissen im Strombogen der Alten Weser östlich des Rotengrundes (siehe Karte im Anhang) gewidmet, da das Fahrwasser dort eine offensichtliche Tendenz zur Ostverlagerung zeigt und außerdem besonders grobe Sedimente am Boden der Rinne auftreten. In diesem Gebiet führten wir außerdem orientierende Strömungsmessungen von der Oberfläche bis zum Boden mit dem Ott'schen Flügelmesser durch und nahmen gleichzeitig zahlreiche Bodenprofile mit dem Echographen auf.

Zur Methodik und der kartographischen Darstellung

Zur Gewinnung von Bodenproben bedienen wir uns des van Veen'schen Bodengreifers, der eine Grundfläche von etwa $^1/_{20}$ m^2 bei maximal 10 cm Tiefenwirkung erfaßt. Die Bodenproben wurden an Ort und Stelle in unverändertem Zustand in Kunststoffdosen von etwa 500 cm^3 Rauminhalt gebracht und luftdicht verschlossen. An Land erfolgte dann die Bestimmung der Korngrößen nach Entsalzung und Beseitigung viskoser organischer Verbindungen durch Auswaschung mit Ammoniaklösung. Da die Proben aus dem Fahrwasser der Wesermündung, von Ausnahmen in der Nähe Bremerhavens abgesehen, praktisch frei von Ton und Schluff sind, d. h. nach DIN 4022 immer Körnungen über 60 μ aufweisen, wurde die Korngrößenverteilung ausschließlich mit Hilfe der üblichen Schüttelsiebsätze ermittelt. — Hierbei bedienten wir uns der folgenden gängigen Siebe der Herstellerfirma (J. Engelmann AG., in Ludwigshafen/Rhein):

Drahtsieb Nr.	DIN 100	=	Maschenweite	60 μ	(Grenze zwischen Schluff und Feinsand nach DIN 4022)
" "	DIN 60	=	"	100 μ	
" "	DIN 30	=	"	200 μ	(Grenze zwischen Feinsand und Mittelsand nach DIN 4022)
" "	DIN 20	=	"	300 μ	
" "	DIN 16	=	"	400 μ	
" "	DIN 12	=	"	500 μ	
" "	DIN 10	=	"	600 μ	
" "	DIN 8	=	"	750 μ	(Grenze zwischen Mittelsand und Grobsand nach DIN 4022)
" "	DIN 3	=	"	2 000 μ	(Grenze zwischen Grobsand und Feinkies nach DIN 4022)
Grobsieb	mit		"	5 000 μ	(mittlere Kiese nach DIN 4022)
"	"		"	10 000 μ	(gröbere Kiese nach DIN 4022)

Mit Hilfe dieser Siebe erhielten wir ein hinreichend differenziertes und aufschlußreiches Körnungsspektrum, das jedoch für die kartographische Darstellung bereits zu sehr unterteilt ist. — Unter „Kies" müssen wir in der Wesermündung in erster Linie Schillbruch (Bruchstücke von Muschelschalen) verstehen und nur gelegentlich echtes kiesiges Geröll. — Die Ergebnisse der Schüttelsiebanalysen sind in ganzen Gewichtsprozenten der Trockeneinwaage angegeben. Wir verzichteten darauf, aus diesen Angaben die durchschnittlichen Korngrößen zu berechnen oder darzustellen (die sogen. dg-Werte), da diese häufig den wahren Charakter des Körnungsspektrums verwischen, und wir nahmen auch Abstand von der kaum publizierbaren Darstellung der Korngrößenspektren in Form von Summationskurven.

Für die kartographische Darstellung scheint mir ein neues Verfahren nach Hintz, 1956, am geeignetsten, bei dem eine übersichtliche Punktsignatur zur Anwendung gelangt. Diese Signatur sei kurz erläutert (vergleiche hierzu die Legende der Karte im Anhang):

Die Punktgröße der Signatur ist ein Ausdruck für die darzustellende Korngröße, derart, daß mit wachsender Korngröße auch der Punktdurchmesser zunimmt. Da es zeichnerisch nicht möglich ist, alle von uns erfaßten elf Korngrößenfraktionen durch entsprechende Punkte darzustellen, und eine Anschaulichkeit auch durch wenige, gut voneinander unterscheidbare Punkte gewährleistet ist, beschränken wir uns auf eine Unterteilung der Ergebnisse in die vier Hauptfraktionen: Feinsand, nach DIN 4022 von

60 μ bis 200 μ reichend, Mittelsand von 200 μ bis 600 μ, Grobsand von 600 μ bis 2000 μ und Kiese, 2000 μ und darüber, wobei hier besser von Schillbruch statt von Kies gesprochen wird. Nur selten wurde echtes Kiesgeröll in den tiefen, bis ins Diluvium reichenden Rinnen festgestellt.

Am einfachsten wäre eine prozentische Darstellung der Korngrößenverteilung, etwa derart, daß je 10 % ein und derselben Fraktion ein Punkt mit einem bestimmten Durchmesser werden. Dann aber ist die einfachste Anordnung aller Punkte in einem Quadrat nicht möglich, und so hat man also ein System von nur neun Punkten im Quadrat zugrunde gelegt, wobei 5 % der feinsten und 5 % der gröbsten Fraktion vernachlässigt werden können; somit werden nur die restierenden 90 % durch neun symmetrisch angeordnete Punkte veranschaulicht. — Eine solche Darstellung gestattet nicht nur den sofortigen Überblick über die regionalen Veränderungen der Korngrößenzusammensetzung verschiedener Sedimente, sondern bei Anwendung von beispielsweise schwarzer und roter Kolorierung auch einen Vergleich der Befunde ein und desselben Ortes zu verschiedenen Zeiten. Ein weiterer Vorzug des Verfahrens besteht auch in dem geringen Platzbedarf der kartographischen Darstellungen. Ein Beispiel mag noch zum besseren Verständnis dienen:

Ein Punktquadrat bestehe aus einem kleinen, fünf mittleren, zwei großen und einem Größtpunkt (wobei mit den kleinen Punkten oben links begonnen und mit den Größtpunkten unten rechts abgeschlossen wird). Wir haben es dann mit einem Sediment zu tun, das zu etwa 10 % oder besser zu 1/9 aus Feinsand, zu 5/9 aus Mittelsand, zu 2/9 aus Grobsand und zu etwa 1/9 aus Schill und dergl. besteht.

Zu den morphologischen Verhältnissen der Außenweser

Im Gegensatz zur benachbarten weiten Elbmündung ist das Gebiet der Außenweser in Form eines langen Schlauches wesentlich schmäler, wenn auch z. T. tiefer als die Nachbarmündungen. So haben wir z. B. in einem Abstand von ca. 40 km seewärts Bremerhavens, beim Feuerschiff „Bremen", zwischen den 10-m-Tiefen-Linien (unter Seekartennull; SKN) eine Strombreite von nur 3 km, und oberhalb des Hoheweg-Leuchtturmes verjüngt sich das Fahrwasser rasch auf die Hälfte und weniger. Seewärts vom Feuerschiff „Bremen" gabelt sich das Fahrwasser der Außenweser in zwei ebenfalls schmale, nach Nordwest gerichtete Rinnen, deren westliche, die Neue Weser, querab des bekannten Rotesand-Leuchtturmes, zwischen den 10-m-Tiefen-Linien nur knapp 3 km breit ist und deren östliche, die Alte Weser, querab des gleichen Leuchtturmes eine Breite von nur 1 km aufweist. — Die Fahrwassermitte des oberen Teiles der Außenweser, die Hoheweg-Rinne, liegt in einer Tiefe von etwa 15 bis 20 m unter SKN, das gleiche gilt für die Alte Weser, die insbesondere in dem Fahrwasserknie zwischen den Tonnen A/2 und A/3 kolkartige Vertiefungen bis zu

20 m unter SKN aufweist, während sich die Neue Weser im allgemeinen auf 15 m unter SKN hält.

Die Alte Weser hat nicht immer den beschriebenen Knick von 1 km Breite aufgewiesen, wie aus einer mir dankenswerterweise vom hiesigen Wasser- und Schiffahrtsamt überlassenen Zusammenstellung von etwa 1860 bis jetzt hervorgeht. Danach zeigt das Kernstück des die Alte Weser von der Neuen Weser trennenden Rotengrundes, der vorwiegend in der Form eines nach Nordwest geöffneten Winkels zwischen den beiden Fahrwassern liegt, die über Jahrzehnte gehende Tendenz, sich von Südwest kommend nach Nordosten hin zu verlagern, und zwar durchschnittlich mit einer Wandergeschwindigkeit von einigen Zehnermetern pro Jahr. — Der heutige Zustand der Ausbeulung der Alten Weser nach Nordosten war schon einmal vorhanden, und zwar in den sechziger und siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Was vor der Mitte des vergangenen Jahrhunderts an dieser Stelle der Außenweser geschah, bleibt auf Grund des Mangels an zuverlässigen Vermessungen aus jener Zeit noch offen. Immerhin spricht die Wiederholung innerhalb eines Jahrhunderts sowie die Tatsache, daß ähnliche periodische Wandererscheinungen an Sandbänken der benachbarten Tideflußmündungen bekannt sind, für eine allgemein kontinuierliche West-Ost-Wanderung auch in unserem Bereich. — Die Bewegung des Rotengrundes kann zwar die Alte Weser (und zu Beginn der Entwicklung auch den Westteil des Fahrwassers) wesentlich einknicken, verschwinden können die beiden Fahrwasserteile jedoch nicht; sie bahnen sich immer wieder durch den Rotengrund hindurch erneut einen tiefen Weg.

Da die bemerkenswerten morphologischen Verhältnisse im Gebiet des Rotengrundes besonders „stromgeprägt" sein dürften, führten wir im März 1959 im Bogen der Alten Weser zwischen den Tonnen A/2, A/3, A/E1 und A/E (dieses „Viereck" ist im Anhang in der größeren Nebenkarte zur Darstellung gebracht) mit dem Ott'schen Flügel orientierende Messungen der Stromgeschwindigkeit in vier Tiefenstufen durch, bei gleichzeitiger Erfassung der entsprechenden Stromrichtung. — Diese Strommessungen erfolgten am 3. März 1959 zwischen 06.00 und 18.00 Uhr bei schwachen ablandigen Winden. Es wurden hierbei eine ganze Ebbe und anschließend eine ganze Flut erfaßt. Im folgenden werden diejenigen Strömungsmeßergebnisse erwähnt, die von Bedeutung für die Ausgestaltung der erwähnten morphologischen Verhältnisse sein können: Zunächst ist festzustellen, daß trotz windschwachen Wetters und Nipptide an der Oberfläche und in mittleren Tiefen über längere Zeit hinweg Ebbintensitäten von etwa 1,25 m/sec und anschließend Flutintensitäten von mehr als 1,00 m/sec beobachtet wurden, das sind immerhin Geschwindigkeiten von 2 Knoten und mehr! Bei Springtide und entsprechendem Winddruck werden wesentlich höhere Werte vorliegen. In beiden Tiden konnte darüber hinaus festgestellt werden, daß die Stromintensität an der nördlichen Fahrwasserseite, bei den Tonnen A/2 und A/3, im Schnitt aller

Ebbzeiten und Tiefen um ca. $^1/_3$ unter denjenigen der südlichen Seite und im Schnitt aller Flutzeiten und Tiefen um ca. $^1/_{10}$ unter denjenigen der südlichen Fahrwasserseite der Alten Weser liegen. Das mag seine Ursache darin haben, daß die Alte Weser nicht nur einen großen Teil des gegenüber der Neuen Weser etwas salzärmeren Wassers der Hauptrinne, sondern auch beträchtliche Wassermengen von und nach der tiefen Tegeler Rinne aufnimmt (nördlich der Tegeler Plate). Die Bewegung zur und insbesondere aus der Tegeler Rinne heraus führt aber zweifellos zu einer Zusammendrängung der Stromfäden an der Südseite (linke Seite) der Alten Weser.

Was die Stromrichtung angeht, so verläuft der Ebbstrom in allen Tiefen in großen Zügen parallel zu den Isobathen, während der Flutstrom, besonders am Anfang der Tide, von Nordwesten her über den Rotengrund hinweg in das Bett der Alten Weser hineinströmt und so u. U. die Weiterschüttung des feineren Oberflächensandes des Rotengrundes in dieses Fahrwasser hinein fördert. — Schon beim ersten Überblick über die in der Alten Weser herrschenden Stromverhältnisse scheint es verständlich, daß die Resultante der erwähnten Stromkomponenten aus Ebbe und Flut zu der tatsächlichen Verlagerung des Rotengrundes etwa in nördliche Richtung, auf die Nordergründe zu, führen muß. — Eine Messung der Stromverhältnisse in der Fahrwassermitte der Alten Weser war seinerzeit nicht mehr durchführbar. Es ist jedoch anzunehmen, daß dort noch größere Stromintensitäten als auf der Westseite dieses Weserarmes herrschen, da nämlich in Fahrwassermitte mehr oder weniger regelmäßig verteilter und ausgewaschener Grobsand auftritt (Korngrößen von 1 mm ϕ und mehr), der nur selten auf die Seitenräume übergreift.

Zur Lage der Stationen

Im eigentlichen Untersuchungsgebiet zwischen Hoheweg und der offenen See konnte ein relativ engmaschiges Beobachtungsnetz gelegt werden, dessen einzelne Punkte nicht immer den gleichen Abstand zueinander haben, da die Positionen der Einfachheit halber auf die ausgelegten Fahrwassertonnen bezogen wurden, wodurch eine etwas unregelmäßige Verteilung zustandekommt. Der Stationsabstand liegt von 100 Metern bis ausnahmsweise 2000 Metern, wobei das Beobachtungsnetz an besonders interessanten Stellen recht engmaschig angelegt wurde, wie in der Kurve der Alten Weser querab Rotergrund.

Das eigentliche Untersuchungsgebiet zwischen Hoheweg und See konnte mit etwa 200 Stationen belegt werden, von denen im Quartal März bis Juni 1958 etwa 80 Positionen zwischen Hoheweg und der Neuen Weser, westlich Rotesand-Leuchtturm, in seewärtiger Reihenfolge aufgesucht wurden (in der Karte des Anhanges handelt es sich hierbei um die durch schwarze Punktsysteme dargestellten Stationen), während 90 weitere Proben im anschließenden Quartal in landwärtiger Reihenfolge, also

von See bis Hoheweg, gezogen wurden, und zwar an Positionen, die sich zum Teil mit denen des vorangehenden Vierteljahres decken, zum Teil aber auch die Lücken zwischen diesen auffüllen. Diese späteren Proben sind in der Anhangstafel durch rot gefärbte Punktsysteme wiedergegeben. — In der Alten Weser wurden im März 1959 in Ergänzung und Wiederholung der im Frühjahr und Sommer gewonnenen Proben erneut etwa 20 Stationen belegt, deren Untersuchungsergebnisse zu einem langfristigeren zeitlichen Vergleich mit den früher an etwa gleichem Ort gezogenen Proben dienen sollen (siehe Nebenkarte im Anhang).

Vom Frühjahr bis zum Winter 1957 wurden einleitend etwa 160 Stationen von Bremerhaven bis zum Hoheweg, und zwar einschließlich der großen Nebenarme des Ästuars, durch Bodenproben erfaßt. Diese Probenahmen oberhalb des eigentlichen Untersuchungsgebietes wurden auf Stromquerschnitten im Abstand von ca. 1,0 bis 1,5 km bei je drei bis vier Stationen pro Querschnitt gewonnen.

Zum oberen Teil des Weserästuars sei grundsätzlich bemerkt, daß die dortige Topographie in besonderem Ausmaß abhängig ist von verschiedenen hydrotechnischen Eingriffen wie Stromregulierungen, Fahrwasserübertiefungen, Fahrwasserabriegelungen usw., ganz im Gegensatz zu dem breiteren äußeren Ästuar, dem u. a. wegen seiner wassertechnischen „Unberührtheit" das Hauptaugenmerk gelten soll. — So ändert sich im oberen Ästuar etwa alle 1 bis 2 km in der Längserstreckung und innerhalb von 200 bis 400 m im Querschnitt der Sedimentcharakter wesentlich, womit sich eine ausführliche Diskussion als sinnlos erübrigt.

Erwähnt sei nur, daß infolge der starken Übertiefung des Fahrwassers zwischen Bremerhaven und Robbenplate an vielen Stellen der in den Uferzonen vorhandene jüngere und ältere Klei beim Baggern angeschnitten wurde und dort auf weiten Strecken das Bodensediment bildet, wie z. B. in einem fast geschlossenen Saum von oft 100 m Breite und mehr zwischen der Geestemündung bis seewärts Wremen, wobei wir vor allem im Bereich der Stadt Bremerhaven mit dem Bodengreifer und dem Echolot bis zu 15 m hohe Unterwassersteilkanten, aus einer ganzen Folge von Kleihorizonten bestehend, ermitteln konnten. Diese Kleiverteilung zeigt örtlich und zeitlich einen recht stabilen Charakter. Feine, vorwiegend schlickhaltige Sedimente stehen weiter seewärts noch an der Westkante des Wurster Wattes (das rechtsseitige Watt im Ästuar), auf der Höhe der Robbenplate sowie streckenweise an der Ostkante des Hoheweg-Wattes an. — In diesen Fällen handelt es sich um an den Prallhängen der jeweiligen Gewässer erodierte, einige Meter unter der Wattoberfläche befindliche ältere Kleihorizonte, die in ganz geringer Breite und auf Längserstreckungen von etwa 1 bis 2 km sporadisch auftreten und ein dunkelgraues Sediment mit einer Durchschnittskörnung von etwa 50 bis 60 μ liefern. Die letzten Vertreter derartiger unterseeischer Kleiriffe fanden wir seewärts am Südrand der Tegeler Plate.

Großflächige, einigermaßen homogene Bodenbedeckungen zeigen sich erst ab Robbenplate, Hoheweg und Tegeler Plate seewärts; sie sind ein Ausdruck der ungestörten, natürlichen Bodenverhältnisse der nördlichen Außenweser in ihrer Abhängigkeit von den benachbarten Sänden und Gründen. Ihnen wollen wir nunmehr im folgenden unser Hauptaugenmerk zuwenden.

Die Untersuchungsergebnisse zwischen Hoheweg und Rotesand

In der Anhangskarte sind alle Ergebnisse dieses Gebietes wiedergegeben. Der besseren Übersicht halber wurden die März-Ergebnisse 1959 aus der Alten Weser auf einer Nebenkarte dargestellt, da sich andernfalls die verschiedenen Punktsysteme zu sehr überdeckt hätten. Wir sehen zunächst ab von den zeitlichen Unterschieden und betrachten auf der Karte alle Punktsysteme der zeitlich getrennten Aus- und Rückfahrten zugleich (schwarze und rote Punktsysteme):

Bei einem generellen Überblick ist vor allem die auf einer Strecke von rund 15 km und einer Breite von wenigen Kilometern ausgeprägt feinsandige Bodenbeschaffenheit an der Schorre des Schmidtsteert (Nordende Hoheweg) und von dort über das Fahrwasser hinweg zur Tegeler Plate und an dieser seewärts entlang bis zum Südende des Rotengrundes in die Augen fallend. Von wenigen Ausnahmen oberhalb und unterhalb der Zehn-Meter-Linie abgesehen, die zur Hauptsache aus Mittelsand bestehen (Körnung = 200 bis 600 μ), findet man in diesem Gebiet überall einen oft steinhart gepackten, homogenen Feinsand ($^9/_9$ nach dem Punktsystem) mit durchschnittlichen Korngrößen von etwa 100 bis 200 μ; d. h. eine Körnung, die dem Charakter feinen Dünensandes entspricht. Die feinsandige Grundbeschaffenheit im Raume Schmidtsteert, Tegeler Plate kann primär nicht von der starken Gezeitenströmung (nach freundlicher Mitteilung des hiesigen Wasser- und Schiffahrtsamtes in den Spitzen bis zu 1,5 m/sec an der Oberfläche und bis zu 1,0 m/sec am Boden) abhängig sein (sie würde zu einem gröberen Sediment führen), sondern sie ist viel eher ein Abbild der benachbarten feinsandigen Wattplaten, über die zur Zeit der Wasserbedeckung schon bei mäßigen bis frischen Seewinden eine heftige Brandung hinweggeht und alles feinere Material unter 300 oder 200 μ über die angrenzenden Schorren und ins Fahrwasser hinein verspült, wo es dann unter Einwirkung der Strömung zu der beobachteten gleichmäßigen Verteilung kommt. Dieses Feinsandgebiet klingt seewärts auf dem Rotengrund aus und wird dort in der Alten Weser durch Grobsandzonen, auf dem Rotengrund (und Rotensand) z. T. durch Mittelsande und schließlich in der Neuen Weser durch eine sehr unruhige Bodengestaltung abgelöst. — Erst jenseits dieser viele Kilometer langen Unterbrechungen tritt erneut großflächig und gleichförmig homogener Feinsand am Westende des Rotensandes, südwestlich der Nordergründe, auf. —

In dieser äußersten Zone des Weserästuars zeigen die Punktsysteme fast ausnahmslos $^{9}/_{9}$ Feinsand, wie er an dieser Stelle auch auf der Bodenkarte nach JARKE 1956, an die wir hier den Anschluß erreicht haben, in Erscheinung tritt. — Nur auf den beiden Sandrücken zwischen Neuer und Alter Weser, dem eigentlichen Rotensand mit Tiefen zwischen 6 m bis 10 m unter SKN, kommen einige Neuntel Mittelsand mit Durchschnittskorngrößen zwischen 200 bis 600 μ vor; diese Korngrößenzunahme hat ihre Ursache in der stärkeren Ausschlemmung der feinsandigen Fraktionen durch die auf derartigen Schwellen heftig brechenden großen Wellensysteme der offenen Nordsee. In dem äußeren Feinsandgebiet der Wesermündung belaufen sich die Durchschnittskörnungen z. T. nur auf etwa 80 bis 150 μ.

Weitere großflächige Feinsandgebiete existieren im Untersuchungsraum nicht, und so wenden wir uns nunmehr der heterogenen Bodenbeschaffenheit in der Neuen Weser und weiter stromaufwärts auf der ganzen linken Fahrwasserseite, bis an die Ausläufer des Schmidtsteert, zu:

Seewärts nimmt diese Bodenunruhe, begleitet von zahlreichen Strombänken, die ganze Breite der Neuen Weser ein, während sie oberhalb des Rotengrundes nur die linke Fahrwasserseite erfüllt. — Die in diesem heterogenen Gebiet von Ort zu Ort beträchtlich variierende Sedimentbeschaffenheit beruht auf der Tatsache, daß a priori feinsandarme Mittelsande (mit durchschnittlichen Körngrößen unter 600 μ) von ausgedehnten Schillbänken durchsetzt sind. Die Schillmassen (in erster Linie zerbrochene Schalen von *Cardium* und *Macoma* sowie gelegentlich *Mya*) treten selbstverständlich nicht in völlig geschlossener Fläche auf, sondern in einzelnen, mehr oder minder großflächigen Partien und erscheinen in den Punktsystemen durch die größeren Anteile an Grobsand und an der Fraktion über 2000 μ Korndurchmesser. Dazwischen findet man recht homogene Mittelsande wie in der Neuen Weser selbst und auch am Rande der Mellumplate.

Sowohl das Auftreten von Sedimenten mittlerer Körnung wie von zahlreichen Schillbänken im Westteil der Außenweser sind ein Ausdruck für den dort vorherrschenden Flutstrom, der in der tiefen Westrinne intensiv einsetzt (Erdrotation!), den Mittelsand freilegt und Muschelbruch in den verschiedenen Senken und Hindernissen zusammenträgt. — Sowohl während der ersten Fahrten in die Außenweser (schwarze Punktsysteme), als auch bei der stromauf gerichteten Bestandsaufnahme des Bodens einige Monate später (rote Punktsysteme), fielen ausgedehnte Schillvorkommen südwestlich des Rotesand-Leuchtturmes, im Bereich der Tonnen „3", „4" und „5" auf. Gleichzeitig stellten wir das seewärtigste Vorkommen von Schillbänken westlich der Tonne „C" fest, wo ein ausgedehntes Auftreten von *Macoma*bruch die durchschnittliche Korngröße von 200 oder 300 μ in der Nachbarschaft auf 2000 μ heraufsetzte. Das letzte umfangreiche

Schillvorkommen stromaufwärts wurde im Raume der Tonnen „I" und „K" festgestellt, wo wir im Spätsommer 1958 oberhalb der Tonne „K", in der Zehn-Meter-Linie, auf ein Sediment stießen, das zu $^{9}/_{9}$ aus reinem Schill bestand. Außerdem wurden entlang der Zehn-Meter-Linie, zwischen den Tonnen „E" bis „K", im Bodengreifer häufig die sogenannten Sandkorallen *(Sabellaria)* in etwa handgroßen Bruchstücken beobachtet, die den Bodencharakter auf dieser Strecke noch unreiner und heterogener gestalteten.

Schließlich sei noch erwähnt, daß wir zwischen den Tonnen „J" und „9", mitten in der Fahrwasserrinne, auf größere Kiesmengen stießen, die dort den dg-Wert auf 3000 μ heraufdrücken und deren Einzelsteine Größen zwischen 1 bis 3 cm aufweisen. Es handelt sich um Flintsteine, die aus dem Diluvial ausgewaschen sein müssen. Es liegt hier das einzige größere Geröllvorkommen unseres Gebietes vor.

Nunmehr wenden wir uns den Befunden im engen Fahrwasserknie der Alten Weser, etwa zwischen den Tonnen „A/1" und „A/4", zu:

Man stellt an der Ostseite und Ostschorre des Rotengrundes, zwischen den Tonnen „A/D" und „A/E", stets ein Überwiegen von Fein- oder Mittelsand fest, während die groben Fraktionen sich erst nordöstlich anschließen. Es ist das Gebiet, das, strömungsbedingt, langsam nach Nordnordost wandert, wobei es zu einer fortgesetzten „Schüttung" des Oberflächensedimentes in die Fahrwasserrinne hinein kommt, so daß selbst in größeren Tiefen der Alten Weser, nordöstlich der Zehn-Meter-Linie des Rotengrundes, die Hauptmasse des Sedimentes aus Fein- oder Mittelsanden mit dg-Werten von häufig unter 200 μ besteht. Erst in der Hauptrinne der Alten Weser tritt dann, den Bodencharakter dieses Fahrwasserteiles wesentlich bestimmend, ausgesprochener Grobsand mit Korngrößen um 1000 μ auf, der vor allem im Bereich der Tonnen „A/1", „A/2" und „A/3" ins Gewicht fällt oder gar überwiegt; seine Anteile schwanken dort zwischen $^{1}/_{9}$ und $^{7}/_{9}$. In allen diesen Grobsandproben konnten keine organische Substanz oder Glührückstand festgestellt werden. In dem großen, 5 bis 6 km langen Bogen der Alten Weser wurden, von geringfügigen Ausnahmen abgesehen, nirgends Schillreste oder gar -bänke angetroffen, und im ganzen Untersuchungsgebiet wurden weitere Grobsandvorkommen nicht mehr festgestellt. Sie dürften für die tiefe, stark durchströmte „Außenrinne" der Alten Weser typisch sein (v. Straaten, 1957). Es läßt sich vermuten, daß diese dynamisch bedingte Besonderheit in der Bodenbeschaffenheit des Weserästuars (Ausschlemmung durch starke Strömung) durch die Erosion diluvialer Grobsande und Kiese in der oft über 20 m unter SKN tiefen Fahrwasserrinne bedingt ist. Es sei nämlich erwähnt, daß sich bei Bohrprofilen, die für das Wasser- und Schiffahrtsamt in Bremerhaven durchgeführt und uns dankenswerterweise zur Einsicht überlassen wurden, herausstellte, daß gerade im Bereich der Alten Weser, in einer Tiefe von etwa 20 bis 30 m unter SKN, in eiszeitlichen oder nacheiszeitlichen Sanden

Beimengen von Grobsand auftreten. Diese glazialen und postglazialen Sande in 20 m Tiefe und mehr werden an der Fahrwassersohle angeschnitten und können somit auch Lieferanten der auf der Strecke zwischen den Tonnen „A/3" und „A/1" festgestellten Grobsande sein. Nordöstlich des Tonnenstriches „A/3" — „A/1" etc., auf die Zehn-Meter-Tiefenlinie hin, verschwindet der Grobsand wieder, um feinen und mittleren Fraktionen Platz zu machen (z. T. nur 200 bis 300 μ dg-Wert). In diesem, dem Prallhange ausgesetzten Streifen, bilden sich ausgedehnte Großrippeln von etwa 50 m Länge und 2 m Höhe, mit Steilhang zur See (also Ebberippeln), die dort mit dem Echographen immer wieder festgestellt werden können.

Es interessiert noch die Frage nach der Veränderung des Sedimentcharakters mit der Zeit, die auf dem Kartenblatt durch die verschiedene Farbgebung zum Ausdruck kommt. — Wie schon erwähnt, beziehen sich die schwarz angelegten Punktsysteme auf Proben, die in der Zeit zwischen März und Juni 1958 gewonnen wurden, während die roten Punktsysteme Proben entsprechen, die im August/September 1958 gezogen wurden; die nachträglich im März 1959 im Bogen der Alten Weser gewonnenen Bodenproben sind auf der Nebenkarte ebenfalls rot angelegt. Diese Zeitunterschiede von etwa $^1/_4$ bis maximal $^1/_2$ Jahr sind an und für sich nur kurzfristig, aber dennoch werden wir sehen, wie beträchtlich die Variationen des Bodencharakters gerade im linken Teil der Außenweser innerhalb dieser Zeitspanne gewesen sind.

Wendet man sich zunächst dem mit homogenen Sedimenten bedeckten Boden der Gegend um Schmidtsteert und der Tegeler Plate zu, so ist es allein schon aus dieser Homogenität verständlich, daß die zeitlich getrennten Probenahmen, von Ausnahmen abgesehen, den gleichen Charakter aufweisen, wie dieses besonders auffällig entlang der Zehn-Meter-Linie an der Tegeler Plate der Fall ist: Überall, selbst nach Verlauf eines halben Jahres, stoßen wir dort auf feste, gleichartige Fein- und Mittelsande.

Auch in der Alten-Weser-Kurve bleibt an der schmalen Stelle zwischen den Tonnen „A/2" und „A/3" der Grundcharakter der Bodenbeschaffenheit über längere Zeit konstant, d. h. immer enthält hier eine Reihe von Proben einige Neuntel diluvialen Grobsand (zwischen 1000 und 2000 μ Korndurchmesser), wobei maximal bis $^7/_9$ Grobsand bei der Tonne „A/3" im Frühjahr 1958 beobachtet wurden. Im übrigen sind bis zum Frühjahr 1959 wesentliche Grobsandzunahmen im Raume der Tonne „A/E1" zu beobachten. Verfolgt man die Alte Weser über die Tonne „A/2" seewärts, so kommt man im Bereich der Tonne „A/1" wieder in die für die Nordergründe typischen homogenen westostwandernden Fein- und Mittelsandwellen des Alluviums.

Wesentlich ausgeprägter sind die zeitlichen Veränderungen der Bodenzusammensetzung im linken südwestlichen Teil der Außenweser: Hier stimmen an vielen Vergleichsstationen die schwarzen, zeitlich einige Monate früher gewonnenen Sedimentverteilungen nicht mit den später ge-

wonnenen, durch rote Punktsysteme gekennzeichneten Proben überein. Die Unterschiede sind zum Teil recht beträchtlich, wie z. B. bei der Tonne „3" in der Neuen Weser, bei den Tonnen „5", „E", „G" und auf manchen dazwischenliegenden Stationen. Diese zeitliche und örtliche Unruhe in der Verteilung der verschiedenen Fraktionen im Bereich der Neuen Weser und stromaufwärts erklärt sich leicht aus dem Auftreten der oben diskutierten Schillbänke sowie Sandkorallen dieses Gebietes. Die Schillmassen mit ihrem relativ geringen Gewicht und ihrer großen Angriffsfläche wandern unberechenbar unter dem Einfluß der Gezeitenströme an der Fahrwassersohle entlang und ergeben so an ein und demselben Ort kurzfristig große Unterschiede in der Kornzusammensetzung des Sedimentes.

Der immer wieder feststellbare Unterschied zwischen der linken und rechten Außenweser fällt übrigens in etwa zusammen mit einem entsprechenden Unterschied der dort auftretenden Wassermassen (Lüneburg, 1952).

Abschließend sei festgestellt, daß die oben erwähnten Schillmengen der Neuen Weser sich noch in bemerkenswerter Weise von ähnlichen Schillansammlungen der benachbarten Nordseeküste unterscheiden: Im Gegensatz zu hier und dort auf den Muscheln auftretenden bräunlichen oder braunbunten Flecken auf im übrigen schneeweißer Schale sind die Schillmassen am Rotengrund und am Rotensand fast ausnahmslos durchgehend dunkelbraun oder besser rostbraun gefärbt, und zwar auch auf den Flächen neuer Brüche. Wie wir nachweisen konnten, handelt es sich hierbei eindeutig um Eisen resp. Eisenoxyde (Carbonate), die immer wieder in Mengen von 1 bis 2 ‰ Fe i. Tr. und ausnahmsweise sogar bis zu 6 ‰ Fe. i. Tr. auftreten, während wir in den gewöhnlich weißen oder schwach angefärbten Muschelschalen nur Spuren von Fe feststellen konnten.

Bei diesem Eisenphänomen, das übrigens im Bereich der Deutschen Bucht einmalig ist, wie mir von verschiedenen kompetenten Stellen immer wieder bestätigt wurde, dürfte es sich um eine leicht eintretende adsorptive Bindung kolloider Eisenhydroxyde oder -oxyhydrate an die poröse Kalkmasse der Muschelschalen handeln. Offen bleibt die Frage, wieso gerade hier am Rotensand größere Mengen an Fe-Verbindungen zur Verfügung stehen, da ja im allgemeinen die offene See und ihre Böden recht arm an Fe sind und das Eisen dort nur als Spurenelement in Erscheinung tritt. Es besteht eigentlich nur die Möglichkeit, daß es sich bei dieser Adsorption um fossile Eisenanreicherungen (Ortstein und dergl.) aus der sogenannten Festlandszeit der Nordsee handelt, die gerade im Raume Rotersand in besonders ergiebiger Weise durch Bodenerosion freigelegt werden. Hierbei kann es sich selbstverständlich nur um eine Arbeitshypothese für entsprechende zukünftige Untersuchungen handeln. Gelegentlich konnten wir übrigens auf der Westseite des weiter östlich belegenen Knechtsandes vereinzelt derart lückenlos gebräunte Muschelteile finden, die nach schweren Stürmen vom Rotesandgebiet herübergelangt sein mögen.

Zusammenfassung

Die vom Frühjahr 1958 bis zum Frühjahr 1959 durchgeführten Korngrößenbestimmungen und Eisenanalysen an Bodenproben des Weserästuars zwischen der Hohewegrinne und dem Seegebiet westlich des Rotesand-Leuchtturmes gaben die Erkenntnis, daß die rechte Seite der Außenmündung im Gebiet der Tegeler Plate homogene Fein- und Mittelsandböden und im Bogen der Alten Weser (diluviale) Grobsandböden aufweist, während die mehr nach Westen geöffnete Neue Weser, auf der linken Seite des Ästuars, topographisch große Unregelmäßigkeiten zeigt und überall von zahlreichen Schillbänken durchsetzt ist. Die einzelnen Schillteile dieser Bänke sind generell tief rotbraun durchfärbt. Es stellte sich heraus, daß die braune Farbe bedingt ist durch Adsorption von Eisenverbindungen, über deren Ursprung nur Hypothesen aufgestellt werden können. Es liegt die Vermutung nahe, daß die entlang der deutschen Nordseeküste einmalige großflächige Ansammlung rotbrauner Schillmassen typisch für das Rotesandgebiet ist, daß sie lange bekannt war und zur Namensgebung des dortigen Sandes führte.

Das Gebiet oberhalb der Hohewegrinne bis hinauf nach Bremerhaven wurde nur gestreift, da der Bodencharakter dort zeitlich und örtlich zu variabel ist und nicht die Großräumigkeit und Unberührtheit des eigentlichen Untersuchungsgebietes aufweist.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hans Lüneburg, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven-G.,
Am Handelshafen 12

— 1956. „Atlas der Gezeitenströme für die Nordsee etc." Deutsches Hydrographisches Institut. Hamburg.

Dechend, W. 1949. „Zur Frage der Sandwanderung vor der ostfriesischen Inselküste." Die Bautechnik. Band 26.

Gripp, K. 1944. „Entstehung und künftige Entwicklung der Deutschen Bucht." — „Arch. d. Deutsch. Seewarte." Hamburg. Band 63, Nr. 2.

Hansen, K. 1951. „Preliminary report on the sediments of the Danish Wadden Sea." — Medd. fra Dansk Geol. Forening. Copenhagen. Bd. 12, Heft 1.

Hintz, R. A. 1956. „Eine neue Methode zur regionalen Darstellung von Korngrößenanalysen." Meyniana, Kiel. Band 5.

Jarke, J. 1956. „Eine neue Bodenkarte der südlichen Nordsee." — Deutsche Hydrographische Zeitschrift. Hamburg. Band 9. Heft 1.

Lüneburg, H. 1952. „Beiträge zur Hydrographie der Wesermündung. 1. Teil." Veröff. d. Inst. f. Meeresforschung, Bremerhaven. Bremen Band I, Heft 1. S. 91 bis 114.

Pratje, O. 1931. „Die Sedimente der Deutschen Bucht." — Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland. Kiel. Band 18.

Simon, W. G. 1952. „Untersuchungsergebnisse an Grundproben aus dem Gebiet der Außenelbe etc." — Mitt. der Wasser- und Schiffahrtsdirektion, Hamburg. Nr. 1.

— 1953. „Untersuchungsergebnisse an Grundproben aus dem Gebiet der Elbe zwischen Scheelenkuhlen und Cuxhaven etc." — Mitt. der Wasser- und Schiffahrtsdirektion, Hamburg. Nr. 11. S. 1—153.

v. Straaten, L. M. J. U. 1957. „Accumulation of fine grained sediments in the Wadden Sea." Geologie en mijnbouw (nw. ser.). — 19. Jaargang, Aug. 1957. S. 329—354.

Korngrößenverteilung im Weserästuar zwischen Hoheweg u. Rotersand (März 1958 – März 1959)

Schwarze Diagramme: Frühjahr 1958

Rote " : Sommer/Herbst 1958; Nebenkarte: März 1959

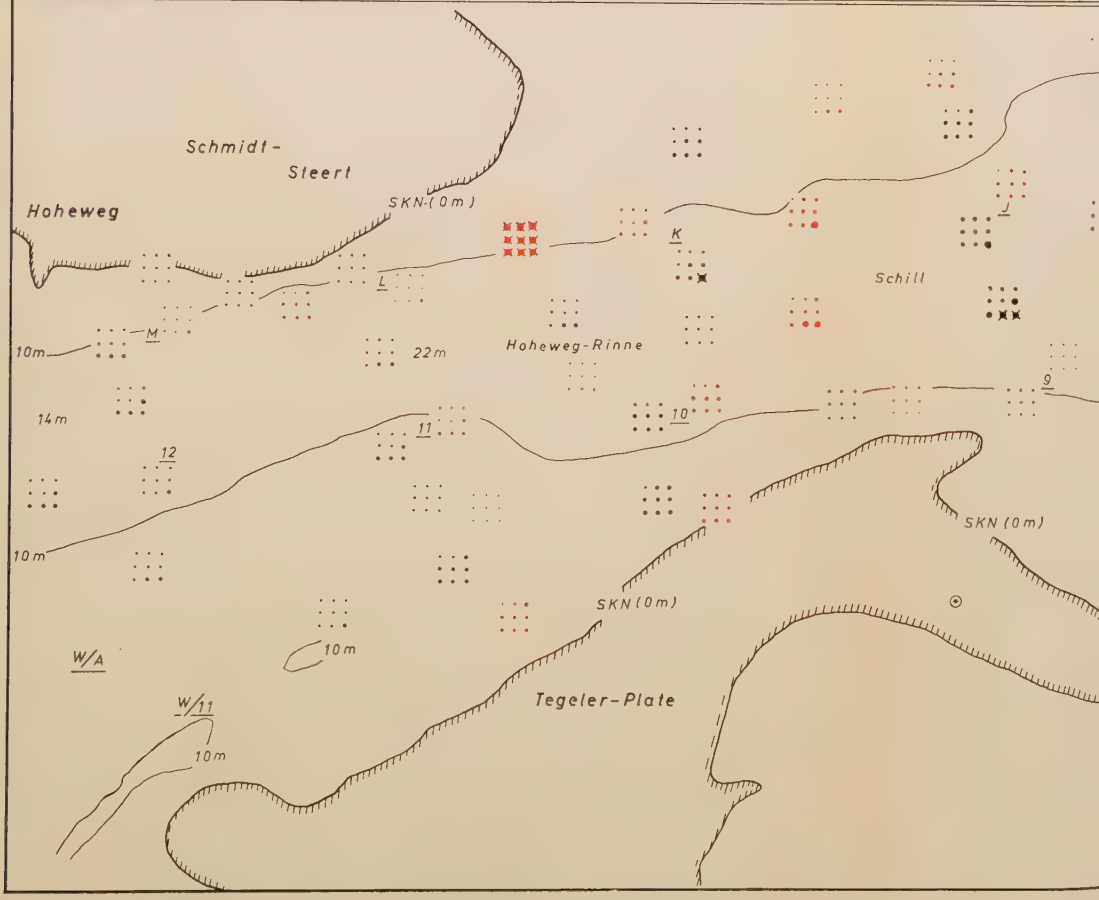
(unterstrichene Buchstaben u. Zahlen entsprechen der Fahrwasserbetonnung 1958/59)

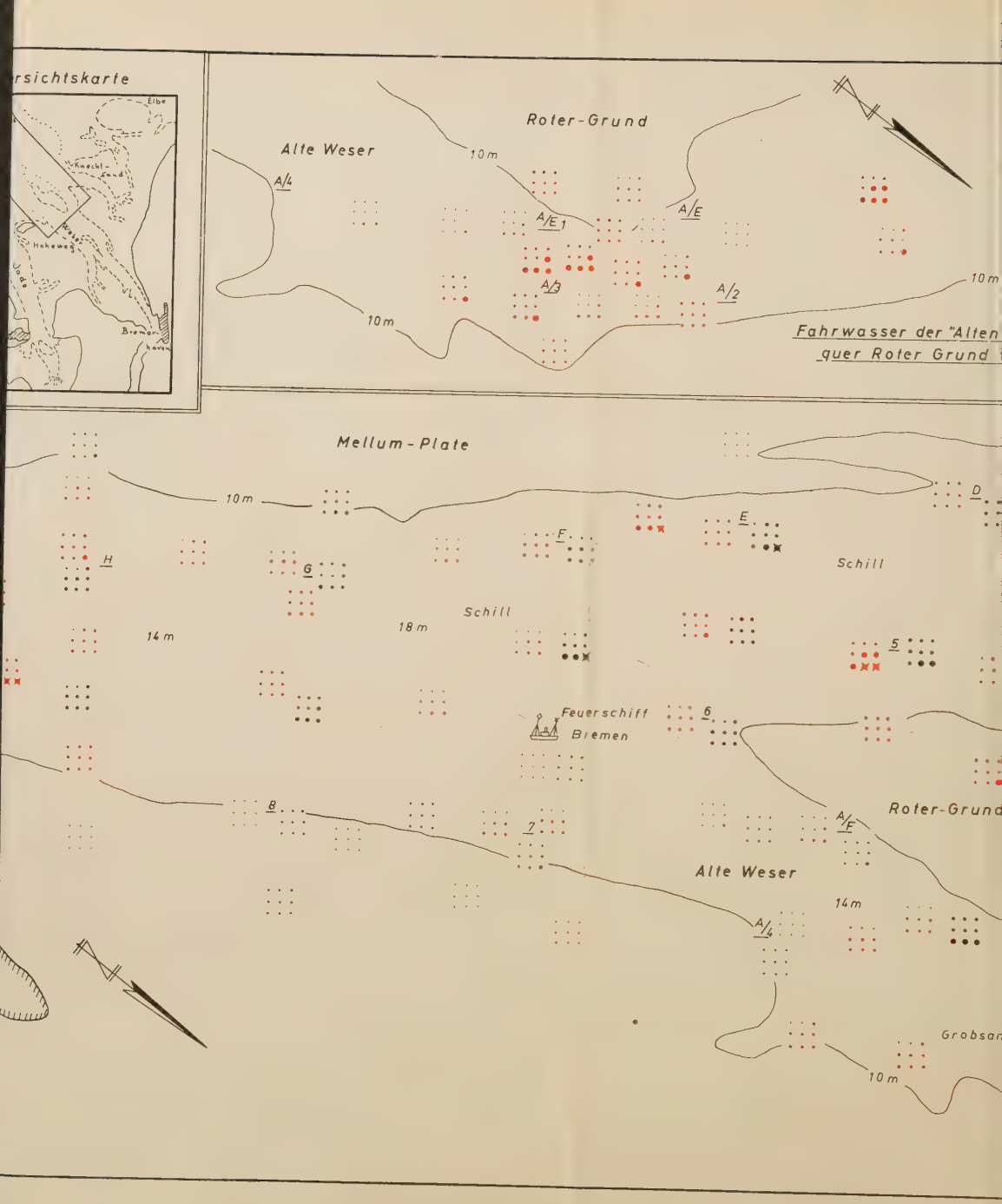
Erklärung der schwarzen und roten Punktdiagramme:

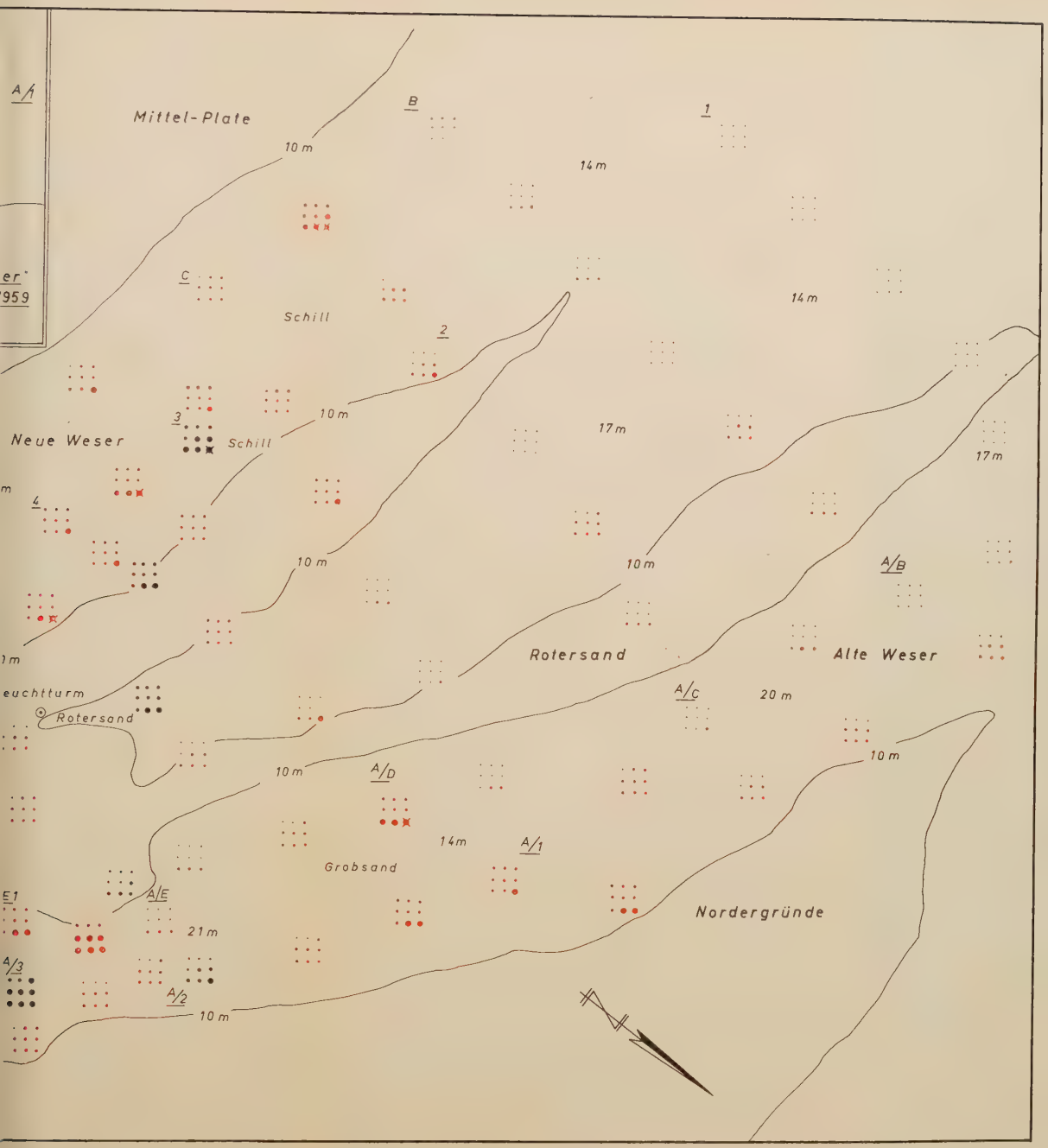
- je 1/9 der Fraktion 60 – 200 μ (Feinsand)
- je " " " 200 – 600 μ (Mittelsand)
- je " " " 600 – 2000 μ (Grobsand)
- je " " " 2000 μ u. mehr (Kies, Schill etc.)

(Korngrößen unter 60 μ wurden nicht gefunden)

0 250 500 750 1000 m




rsichtskarte
Elbe
Knechtsand
Weser
Hohewegs
Jade
Bremerhaven
Roter-Grund
Alte Weser
10 m
A/4
A/E 1
A/E
A/3
A/2
10 m
10 m
Fahrwasser der "Alten
quer Roter Grund
Mellum-Plate
10 m
D
E
F
H
G
Schill
Schill
14 m
18 m
5
Feuerschiff
Bremen
6
B
7
A/F
Roter-Grund
Alte Weser
14 m
A/4
Grobsan
10 m


A/A
Mittel-Plate
B
1
10 m
14 m
C
Schill
2
14 m
3
10 m
Neue Weser
Schill
17 m
17 m
4
10 m
10 m
A/B
Rotersand
Alte Weser
euchtturm
Rotersand
A/C
20 m
10 m
10 m
A/D
14 m
A/1
Grobsand
A/E
21 m
Nordergründe
A/3
A/2
10 m

Studien zur Chemie ozeanischer Bodenproben

I. Über die Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphor-Verhältnisse in Hinsicht auf die Mykoflora [1])

Von R. Dietrich und W. Höhnk [2])

Nach der ersten Phase der mykologischen Bearbeitung der von den I.G.J.-Fahrten im Jahre 1958 eingebrachten Bodenproben wurde schon mitgeteilt (Höhnk, 1959), daß von den Schelfen Grönlands, Islands und Irlands regelmäßig pilzliche Befunde gemacht worden waren. Von den damals auch gehobenen Bodenkernen aus der Tiefsee wurden zunächst 22 behandelt. Die positiven Befunde aus 1100—3425 m Tiefe waren damals schon in der Mitteilung enthalten. Einer dieser Bodenkerne enthielt selbst 24 cm unter der Oberfläche noch pilzlichen Bewuchs. Inzwischen bearbeiteten wir weitere, die rohen Ergebnisse eines Teiles davon sind in den Tabellen 1 und 2 zu finden.

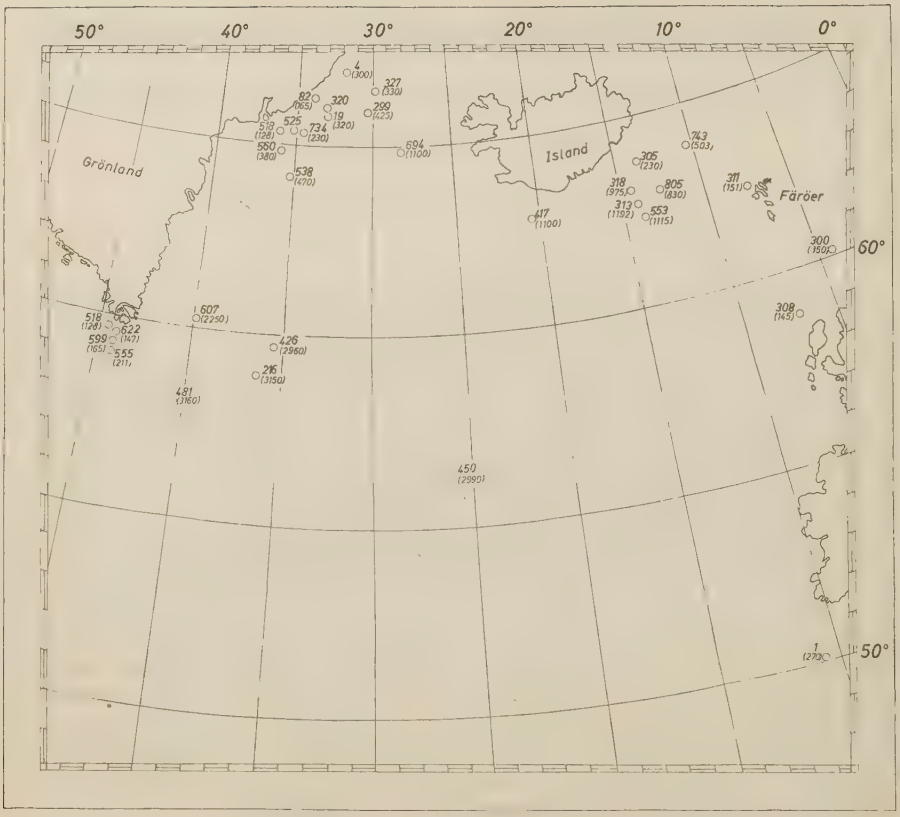
Die nächsten Schritte in der mykologischen Bearbeitung, die Isolierung der Pilzformen und die Züchtung artreiner Kulturen, ließen Kenntnisse über die Chemie der Standorte wünschenswert erscheinen. Das betraf besonders das mengenmäßige Auftreten von C, N und P. Darüber liegen in den Expeditionswerken und in allgemeinen Abhandlungen wohl Angaben vor, sie sind aber von anderen geographischen Breiten oder Stationen gewonnen worden. Auch lag uns daran, neben der Gesamtmenge der organischen Substanz (Humus) und der genannten Elemente auch die Anteile zu erfahren, die für die heterotrophen Organismen verfügbar sind, und daran schließt sich die Frage nach der Art dieser Verbindungen.

Das Wasser trägt neben der gelösten organischen Substanz auch partikuläre. Diese sinkt abwärts und häuft sich am Boden an (Kalle, 1945, Friedrich, 1960, u. a.). Von beiden Formen können sich die Pilze nähren. Wir fanden sie auch im ganzen Raum, am Boden aber häufiger, auf dem des Schelfes regelmäßig. Unsere Vorstellung ist, daß der Ozeanboden neben einer Bakterienwelt auch eine kontinuierliche Pilzflora trägt. Unterschiede in der pilzlichen Ausbeute illustrieren nur die ernährungsmäßigen Gegebenheiten am Ozeanboden. Die abgewaschenen oder sedimentarmen Höhen untermeerischer Gebirge (z. B. zwischen den Färöern und Island) und am steilen Kontinentalabhang bringen weniger Ertrag als z. B. die z. T. reichen Ablagerungen in Mulden und am Fuße des Kontinentalabhanges, und die Ausbeute wird dazu von der Sedimentchemie abhängen.

---

[1]) Deutscher Beitrag zum Polarfrontprogramm des Internationalen Geophysikalischen Jahres 1958.

[2]) Die Untersuchung wurde durch Sachbeihilfen der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Deutschen Kommission für Meeresforschung ermöglicht.



Textabb. 1: Eingetragen sind die Standorte der Proben der Tabelle 1. Tiefenangaben in m stehen in Klammern darunter.

Die Standorte der in diese Untersuchung einbezogenen Proben zeigt die Karte (Textabb. 1). Unter den Kenn-Nummern stehen die Tiefenangaben.

In der Tabelle 1 sind sie der Tiefe nach geordnet aufgeführt, und in den Kolonnen folgen: die Daten des Standortes, der Behandlung der Proben und die pilzlichen Rohbefunde.

Die chemischen Analysen fanden nicht an Bord statt und oft auch nicht unmittelbar nach der Rückkehr von der Ozeanbefahrung. Die Proben und Bodenkerne der Fahrten des Jahres 1958 lagerten 2—9 Monate, die der Fahrt dieses Jahres 1½—8 Wochen in Kunststoffröhren oder -bechern in Kühlschränken bei der Temp. von ± 2° C im Dunklen. Daß während der Lagerzeiten mögliche physiologische Änderungen die chemisch-analytischen Werte für O. S., C, org. N und org. P beeinflußt hätten, ist kaum anzuneh-

men. Da wir primär Auskünfte für ernährungsphysiologische Arbeiten suchten, die auch die Befunde einschließen sollten, die aus wochen- und monatelang lagernden Proben erzielt waren, erschien uns die sofortige Analyse auch zunächst nicht notwendig. — Für die Bearbeitung wurden nur solche Probenbecher ausgewählt, die prall mit Boden gefüllt waren, und von den Kernen in den Kunststoffröhren wurden die untersuchten Anteile ober-

Zeile	Nummer der Probe	Nummer der Stat.	Tiefe des Standorts	Tiefe im Stoßkern	Tag der Entnahme	Beginn d. mykolog. Untersuchung	Mykolog. Rohbefund	Chem. Untersuchung
Bodenproben von den Fahrten im Jahre 1958 nach Grönland, Island und der Irmingersee								
1	518	2620	128 m		15. 9. 58	12. 11. 58	+	17. 11. 58
2	622	2621	147 „		15. 9. 58	12. 11. 58	+++	1. 12. 58
3	82	2530	165 „		22. 8. 58	12. 11. 58	+++	12. 11. 58
4	599	2622	165 „		15. 9. 58	12. 11. 58	+++	28. 11. 58
5	581	2572	195 „		5. 9. 58	12. 11. 58	+++	1. 12. 58
6	555	2623	211 „		15. 9. 58	12. 11. 58	++	20. 11. 58
7	734	2570	230 „		4. 9. 58	12. 11. 58	++	19. 12. 58
8	1	2235	270 „		3. 3. 58			20. 10. 58
9	4	2529	300 „		22. 8. 58	12. 11. 58	++	10. 11. 58
10	320	2275	309 „		18. 3. 58	14. 11. 58	++	26. 11. 58
11	19	2533	320 „		23. 8. 58	12. 11. 58	+++	24. 11. 58
12	525	2571	330 „		4. 9. 58	12. 11. 58	+++	26. 11. 58
13	327	2272	330 „		17. 3. 58			3. 1. 58
14	560	2575	380 „		5. 9. 58	12. 11. 58	+	14. 11. 58
15	299	2274	425 „		18. 3. 58	14. 11. 58	+++	27. 11. 58
16	538	2578	470 „		6. 9. 58	12. 11. 58	+++	13. 11. 58
17	417	2298	1100 „		26. 3. 58			19. 1. 60
18	694	2562	1100 „	40 cm	3. 9. 58			12. 7. 60
19	607	2606	2250 „	16 „	11. 9. 58			12. 7. 60
20	426	2495	2960 „	70 „	15. 8. 58			12. 7. 60
21	450	2486	2990 „	80 „	11. 8. 58			12. 7. 60
22	216	2494	3150 „	20 „	14. 8. 58			12. 7. 60
23	481	2332	3160 „	0—187 „	10. 4. 58			3. 1. 59
Bodenproben der Fahrt 1960 (Färöer-Rücken)								
24	308	785	145 m		25. 6. 60	25. 7. 60	+++	5. 7. 60
25	311	621	151 „		3. 6. 60	25. 7. 60	+++	5. 7. 60
26	305	636	230 „		7. 6. 60	8. 6. 60	+++	5. 7. 60
27	300	587	350 „		28. 5. 60	22. 6. 60	+++	5. 7. 60
28	743	760	503 „	20 cm	20. 6. 60	25. 7. 60	+	5. 7. 60
29	805	630	830 „	16 „	7. 6. 60	7. 6. 60	++	5. 7. 60
30	318	615	975 „	45 „	2. 6. 60	2. 6. 60	++	27. 7. 60
31	553	612	1115 „	24 „	2. 6. 60	2. 6. 60	+	27. 7. 60
32	313	650	1192 „	121 „	9. 6. 60	23. 7. 60	+++	27. 7. 60

Oberflächenproben

Tabelle 1: Übersicht der Daten von den Standorten, der zeitlichen Behandlung der Proben und die pilzlichen Rohbefunde. Die Zeichen für die mykologischen Befunde bedeuten: +++: guter bis üppiger, ++: mäßiger und +: spärlicher Befall.

bzw. unterhalb der Grenzflächen herausgeschnitten; eine oxydative Wirkung dürfte nur sehr minimal, wenn überhaupt, eingetreten sein.

Der folgende analytische Teil bringt nach dem Methodischen die analytischen Werte für die organische Substanz und C (insgesamt und den verfügbaren Anteil), organisch gebundenen N und P, und zwar von Proben der Oberflächen des Schelfs und der Tiefsee und aus Tiefenstufen von Stoßkernen, die von den Fahrten im Jahre 1958 nach dem Raume Irmingersee—Grönland—Irland und von der diesjährigen Fahrt nach dem untermeerischen Rücken zwischen Färöer und Island eingebracht worden sind.

Analytischer Teil

Bei den Untersuchungen über die Abhängigkeit des Lebens in den Meeresböden von den stofflichen Verhältnissen war es notwendig, diese mengenmäßig auf die Anwesenheit von organischer Substanz, insbesondere von Kohlenstoff, Stickstoff und organisch gebundenem Phosphor zu prüfen. Diese Endprodukte des organischen Stoffabbaus zeigen verwandtschaftliche Beziehungen zu der von der Agrikulturchemie und der Untersuchung des Schlammes der Süßwasserseen her bekannten Gruppe der Humusstoffe.

Nach Mitscherlich (1949) wird unter Humus alle organische Substanz verstanden, ganz gleich, welchen Ursprung sie hat und wie weit ihre Zersetzung und Auflösung bereits erfolgt ist. Demgegenüber versteht man im agrikulturchemischen Sinne unter Humus die pflanzliche und tierische Substanz, soweit sie ihre ursprüngliche zellige Struktur völlig eingebüßt hat.

Es ist daher wohl folgerichtig, in Anlehnung an die Agrikulturchemie diese beiden Begriffe auch auf die marinen Humusböden anzuwenden.

Grundsätzlich ist die Humusbestimmung nach drei Verfahren möglich: Einmal nach dem Chromsäureverfahren mit seinen verschiedenen Varianten, zum anderen durch die elementaranalytische Bestimmung des Kohlenstoffes und drittens durch die Oxydation mit Kaliumpermanganat.

Für unsere Zwecke kamen nur das Chromsäureverfahren und das Permanganatverfahren in Betracht.

Zur Bestimmung von Gesamthumus wählten wir das von E. Rauterberg und F. Kremkus (1951) modifizierte Chromsäureverfahren von F. Alten, B. Wandrowsky und E. Knippenberg (1935). Die Methode beruht auf der Oxydation der gesamten organischen Substanz mittels Kaliumdichromat und Schwefelsäure und Rücktitration des Dichromatüberschusses mit Eisen-II-Sulfatlösung und Diphenylsulfonsäure als Indikator.

Die von S. K. El Wakeel und J. P. Rilley (1957) gegebenen Hinweise, daß bei der Anwendung des Chromsäureverfahrens durch Bildung von flüchtigem Chromylchlorid und weiter infolge der Reduktion von Dichromat durch zweiwertiges Eisen zu hohe Werte erhalten würden, wurden berücksichtigt. Eine Überprüfung ergab, daß die Cl-Werte in den vorliegenden

getrockneten Schlammproben sich in der Größenordnung von etwa 0,3 bis 0,6 % bewegen. Der Analysenfehler, der sich infolge des Cl-Gehaltes in den Proben ergab, ist so gering, daß er vernachlässigt werden kann. Eine Fehlermöglichkeit durch zweiwertiges Eisen konnte im vorliegenden Fall nicht festgestellt werden.

Zur Bestimmung der ihrer ursprünglichen Zellstruktur weitgehend beraubten organischen Substanz wurde das von R. Czensny (1953) zur Bestimmung von Reinhumus im Feuchtschlamm ausgearbeitete Permanganatverfahren angewandt. Hierbei wird der Schlamm durch Ätznatron einer erschöpfenden fraktionierten Extraktion unterworfen und der Permanganatwert in der üblichen Weise bestimmt.

Durch die gleichzeitige Anwendung dieser beiden Verfahren war es möglich, in den Meeresböden einmal die gesamte organische Substanz (Gesamthumus) und zweitens die in ihrer Zersetzung weitgehend fortgeschrittene organische Substanz (Reinhumus) annähernd zu bestimmen. Da Humus im Durchschnitt 58,0 % C enthält, wurden die jeweils gefundenen Werte für die organische Substanz mit dem Faktor 1,724 auf Kohlenstoff umgerechnet.

Für die Bestimmung des organisch gebundenen Stickstoffs in den Meeresböden wurde angenommen, daß dieser hauptsächlich in Form von Amino- und Iminosäuren bzw. primärer, sekundärer und tertiärer Amine vorliegt. Hierbei wurde auf die Methode von Blumrich (1941) zur Titration schwacher Basen und starker Säuren in Eisessiglösung zurückgegriffen. Die Titration von Basen in Eisessiglösung ist vielseitig verwendbar. Der Endpunkt kann bei geeigneter Verdünnung und Verwendung von 0,1 n Perchlorsäure als Maßflüssigkeit sehr genau bestimmt werden.

Nach Blumrich (1941) sind insbesondere alle organischen, primären, sekundären und tertiären Amine, wie aliphatische und cyclische Basen, aromatische Amine und hoch-molekulare Fettamine glatt und sicher bestimmbar.

Carboxylgruppen in den zu titrierenden Stoffen haben keinen Einfluß auf den Verbrauch an Maßflüssigkeit. Daher ist die Methode auch zur Bestimmung des Stickstoffs in Amino- und Iminosäuren geeignet. Hierfür ist sie zuerst von Nadeau und Branchen (1935) eingehend geprüft und als zuverlässig und genau anerkannt worden.

Die Ermittlung des organisch gebundenen Phosphors bot zunächst Schwierigkeiten insofern, als bei den üblichen Phosphorbestimmungen stets auch anorganisch gebundener Phosphor mitbestimmt wird.

In der Annahme, daß der organisch gebundene Phosphor hauptsächlich aus phosphatidähnlichen Körpern stammt, wurde der getrocknete Schlamm zunächst mit einem Gemisch organischer Lösungsmittel erschöpfend extrahiert, der Extrakt mit 0,5 n alkoholischer Natronlauge verseift und nach Filtrieren der Phosphor im Filtrat nach dem Verfahren von G. Gottschalk (1958) bestimmt.

Hierbei wird der Phosphor bei genau einzuhaltenden Bedingungen als 3-Oxin-1-Phosphor-12 Molybdat gefällt.

Experimentelle Angaben: Die vorliegenden Feuchtschlammproben wurden bei 35—40° im Vakuum getrocknet.

A. Zur Bestimmung der gesamten organischen Substanz wird 1 g Trockenschlamm in einem 300-ml-Erlenmeyerkolben unter Kühlung mit 20 ml 2 n $K_2Cr_2O_7$-Lösung und 40 ml conz. H_2SO_4 versetzt, drei Stunden im siedenden Wasserbad behandelt und in einem Meßkolben auf 250 ml aufgefüllt.
Von der überstehenden Lösung wird ein aliquoter Teil (10 ml) entnommen, mit 25 ml 0,1 n frisch bereiteter $FeSO_4$-Lösung, 2 ml Schwefelsäure-Phosphorsäuregemisch (150 ml H_3PO_4, D 1,70 und 150 ml conz. H_2SO_4 im Liter) und 8 Tropfen einer 0,2%igen Diphenylaminsulfonsäurelösung versetzt. Mit einer 0,1 n $K_2Cr_2O_7$-Lösung wird bis zur bleibenden Violettfärbung titriert. In gleicher Weise wird eine Blindprobe durchgeführt.
1,0 ml einer 0,1 n $K_2Cr_2O_7$-Lösung oxydiert 0,3 mg C zu CO_2.
Somit entspricht 1,0 ml einer 0,1 n $K_2Cr_2O_7$-Lösung 0,516 mg Humus.

B. Zur Bestimmung von Reinhumus wurde, wie oben angegeben, das Verfahren nach Czensny (1953) angewandt.
1 g Trockensubstanz wird mit wenig Wasser zu einem dünnen Brei verrührt und unter Zusatz von einer Tablette Ätznatron und 40 ml Wasser bis nahe zum Sieden erhitzt. Man läßt auf kleiner Flamme auf einem Asbestnetz unter öfterem Umschwenken eine halbe Stunde stehen und dekantiert nach Abkühlung und Absitzen des Schlammes in einen 250-ml-Meßkolben. Diese Extraktion wird anschließend noch viermal wiederholt und schließlich der gesamte Schlamm in den Meßkolben überführt. Nach einstündigem Absitzen wird aus der Mitte des Meßkolbens ein aliquoter Teil (10 ml) entnommen, in einen 100-ml-Erlenmeyerkolben überführt, unter Zusatz einer Tablette Ätznatron auf 50 ml Gesamtvolumen ergänzt und zum Sieden erhitzt. Der heißen Lösung werden aus einer Bürette sofort 5 ml n/10 $KMnO_4$-Lösung zugegeben. Hierauf wird erneut, und zwar von Beginn des Siedens an gerechnet, genau 10 Minuten erhitzt. Nach Zugabe von 5 ml n/10 Oxalsäure und 3 ml verd. H_2SO_4 (1 + 3) wird die farblose Lösung mit n/10 $KMnO_4$ auf schwach rosa titriert. Die Färbung muß 1—2 Minuten bestehen bleiben.
Die Umrechnung auf Reinhumus erfolgt nach folgender Formel:
mg Reinhumus = (verbr. ml n/10 $KMnO_4$ — 0,12) · 1,21.

C. Zur Bestimmung des organisch gebundenen Stickstoffs wurden 0,6 — 0,7 g Trokkensubstanz in einem Gemisch aus gleichen Teilen Eisessig und Dioxan aufgeschlämmt.
Der Eisessig muß wasserfrei sein, was gegebenenfalls durch Zusatz einer berechneten Menge Essigsäureanhydrid erreicht werden kann. Mit aufgesetztem Chlorcalciumröhrchen wird die Suspension in einem Erlenmeyerkolben bis 35° erhitzt und unter Nachspülen mit wasserfreiem Eisessig filtriert. Zum Filtrat wird ein gemessener Überschuß (5 ml) einer 0,1 n Perchlorsäure in wasserfreiem Eisessig gegeben, kurz umgeschwenkt und nach Zusatz von 8—10 Tropfen einer benzolischen 0,1%igen a-Naphtol-Benzeinlösung gegen 0,1 n Guanidinacetatlösung zurücktitriert. Die Berechnung erfolgt nach der Formel:

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{vorgelegte ml 0,1 n Perchlorsäure} - \text{verbr. ml 0,1 n Guanidinacetatlösung}) \cdot 14{,}008}{\text{Einwaage (in g)} \cdot 100}$$

D. Zur Bestimmung des organisch gebundenen Phosphors werden etwa 4 g Trokkensubstanz mit einem Gemisch aus gleichen Teilen Äther, Aceton, Äthylalkohol und Tetrachlorkohlenstoff 12 Stunden extrahiert. Der Extrakt wird nach Abdestillieren des Lösungsmittelgemisches mit 50 ml 0,5 n NaOH und 20 ml absolutem Äthylalkohol etwa 2 Stunden verseift, gegen Phenolphtalein mit verdünnter H_2SO_4 neutralisiert und filtriert. Das Filtrat wird auf 50 ml eingeengt. Das schwach schwefelsaure Filtrat wird unter ständigem Rühren auf 70—75° gebracht und 20 ml Fällungsreagens durch einen Fällungsregler innerhalb von 10 Minuten zugesetzt. Das Rühren wird bei gleicher Temperatur noch 30 Minuten fortgesetzt, um eine möglichst grobe Kristallbildung zu erreichen.
Nach Entfernen und Abspülen des Rührers mit maximal 3 ml Waschflüssigkeit wird das Reaktionsgefäß nach nochmaligem Umschwenken 60 Minuten in Leitungswasser gekühlt. Anschließend wird durch eine Glasfritte 1 G 4 dekantiert und der Niederschlag mit den letzten 10 ml Lösung möglichst vollständig in die Fritte übergeführt. Wenn erforderlich, wird mit wenigen ml des Filtrates der im Reaktionsgefäß noch verbliebene Niederschlag in die Fritte übergeführt und ausgewaschen. Nach dem Absaugen des Niederschlages wird durch Auftropfen von 5 ml Waschflüssigkeit und anschließend von 1 ml H_2O gewaschen.
Der Niederschlag wird bei 160° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und sofort gewogen.
Die Berechnung auf Phosphor erfolgt nach folgender Formel:

$$P = \text{Auswaage} \cdot 0{,}013700$$

und auf P_2O_5: $P_2O_5 = \text{Auswaage} \cdot 0{,}031393.$

Fällungsreagens: Das Fällungsreagens besteht aus drei getrennt gehaltenen Lösungen, die erst bei Bedarf gemischt werden.

Lösung a) 5,48 g 8-Oxychinolin (p. a. Merck) werden in 6 ml conz. HCl (D 1,19) (p. a. Merck) gelöst und nach Auflösen mit Ionen-freiem Wasser auf 100 ml verdünnt.
Lösung b) 50 g Ammonmolybdat (p. a. Merck) werden in 500 ml Wasser gelöst.
Lösung c) conz. HCl (D 1,19).

In einem 100-ml-Erlenmeyerkolben mit Schliffstopfen werden 42 ml der Lösung c unter Umschwenken mit 42 ml der Lösung b versetzt. Nach guter Durchmischung und Abkühlung werden zu der klaren Flüssigkeit unter Umschwenken 16 ml der Lösung a gegeben. Die fertige Fällungsreagenslösung muß vollkommen klar sein und innerhalb von 3 Tagen verbraucht werden.

Waschflüsigkeit:
0,2 molare wäßrige Ammonnitratlösung (1,6 NH_4NO_3 in 100 ml Wasser).

Die analytischen Werte zeigt die umseitige Tabelle 2.

Die 16 oberen Proben kommen vom Grönlandschelf. Ihre Werte für die O.S. und die C % streuen vom Ein- bis zum Fünffachen, auch dann noch, wenn die außergewöhnlichen Daten der Proben Nr. 560 und 1 ausgeklammert werden. Beim Vergleich der mit dem Dichromatverfahren erhaltenen Werte (sie enthalten die gesamte tote und lebende organische Substanz) mit den entsprechenden des Permanganatverfahrens (die die leicht oxydable tote organische Substanz erfaßt) zeigen sich wohl gleichsinnige Bewegun-

Zeile	Prob. Nr.	Tiefe in m	Tiefe im Stoßkern	Dichromat-verfahren O. S. % i. T.	Dichromat-verfahren $\frac{O.S.}{1,724}$ = C% i. T.	Permanganat-verfahren O. S. % i. T.	Permanganat-verfahren $\frac{O.S.}{1,724}$ = C% i. T.	org. N % i. T.	org. P % i. T.
1	518	128		0,38	0,22	0,22	0,13	0,025	0,01516
2	622	147		0,297	0,17	nicht erfaßbar	nicht erfaßbar	0,03	
3	82	165		0,50	0,29	0,43	0,25	0,09	
4	599	165		0,59	0,34	0,30	0,17	0,07	
5	581	195		0,22	0,13	nicht erfaßbar	nicht erfaßbar	0,045	
6	555	211		1,08	0,63	0,60	0,35	0,075	0,04041
7	734	230		0,90	0,52	0,80	0,46	0,085	
8	1	270		1,99	1,15	1,68	0,29	0,29	0,00377
9	4	300		0,95	0,55	0,88	0,51	0,089	
10	320	309		1,16	0,67	0,86	0,50	0,155	
11	19	320		1,15	0,67	0,89	0,52	0,095	0,0185
12	525	330		0,98	0,57	0,55	0,31	0,105	
13	327	330		1,12	0,65	0,36	0,22	0,16	0,01182
14	560	380		5,56	3,23	2,28	1,32	0,33	
15	299	425		0,89	0,52	0,52	0,30	0,095	0,01702
16	538	470		0,75	0,44	0,66	0,38	0,135	0,01546
17	417	1100		1,17	0,68	0,44	0,26	0,18	0,01023
18	694	1100	40 cm	0,79	0,46	0,226	0,131	0,211	0,0513
19	607	2250	16 „	0,23	0,13	0,099	0,057	0,125	0,0413
20	426	2960	70 „	0,47	0,27	0,158	0,092	0,179	0,0685
21	450	2990	80 „	0,74	0,43	0,350	0,203	0,261	0,0450
22	216	3150	20 „	0,41	0,24	0,185	0,107	0,175	0,0495
23	481a	3160		1,17	0,68	0,92	0,53	0,26	
24	481b	3160	21 cm	0,63	0,37	0,48	0,28	0,16	0,04439
25	481c	3160	36 „	0,58	0,34	0,15	0,09	0,11	0,02965
26	481d	3160	65 „	0,51	0,30	0,29	0,17	0,15	0,03752
27	481e	3160	90 „	0,46	0,27	0,18	0,10	0,13	0,04699
28	481f	3160	121 „	0,68	0,39	0,36	0,21	0,19	0,04659
29	481g	3160	136 „	0,76	0,44	0,30	0,17	0,17	0,04549
30	481h	3160	167 „	0,73	0,42	0,24	0,14	0,21	0,03354
31	481i		187 „	0,76	0,44	0,18	0,10	0,17	0,02856
32	308	145		1,10	0,64	0,109	0,063	0,099	0,0417
33	311	151		0,39	0,23	0,013	0,009	0,225	0,0504
34	305	230		0,64	0,37	0,092	0,053	0,118	0,0424
35	300	350		1,33	0,77	0,34	0,19	0,125	0,0382
36	743	503	20 cm	0,90	0,52	0,183	0,106	0,142	0,0381
37	805	830	16 „	0,46	0,27	0,095	0,055	0,139	0,0399
38	318	975	45 „	0,66	0,38	0,231	0,134	0,194	0,0421
39	553	1115	24 „	0,40	0,23	0,216	0,125	0,138	0,0463
40	313	1192	121 „	0,82	0,47	0,242	0,140	0,178	0,0330

Tabelle 2: Übersicht der analytischen Werte.

gen, aber eine einfache Beziehung besteht augenscheinlich nicht. Es ist, wie zu erwarten war, bei verschiedenen Stationen das Nahrungsdepot unterschiedlich.

Ähnliches ist auch von den in den Zeilen 17—22 stehenden Tiefseeproben zu sagen. Eine auffallende Beobachtung ist die, daß die N- und P-Werte in der Tiefsee höher liegen als auf dem Schelf, wenn wir von gleichen oder ähnlichen O.S.-Mengen ausgehen. Vergleichen wir die Schelfprobe 538 mit der Tiefseeprobe 450, die in der Spalte 3 die O.S.-Menge 0,75 % bzw. 0,74 % aufweisen, dann verhalten sich die N-Werte wie 0,135 : 0,261. Bei den Proben 518 und 216 ist das Verhältnis 0,025 : 0,175, das wäre das Siebenfache in der Tiefsee. In die gleiche Richtung weisen die Relationen zwischen den Proben 82 und 426, 538 und 694 und 607 und 581.

Die anschließende Frage war, ob in der Tiefe unter der Bodenoberfläche ähnliche C-, N- und P-Verhältnisse vorliegen. Für diese Untersuchung wählten wir den Stoßrohrkern von der Tiefseestation 2332, 2960 m tief, der fast 1,90 m Länge hatte. Ihm wurden an der Oberfläche und dann in den Tiefenstufen von 21, 36, 65, 90, 121, 136, 167 und 187 cm die Bodenmengen entnommen, die für die chemischen Analysen nötig waren. Die Ergebnisse sind in den Zeilen 23—31 der Tabelle 2 aufgeführt.

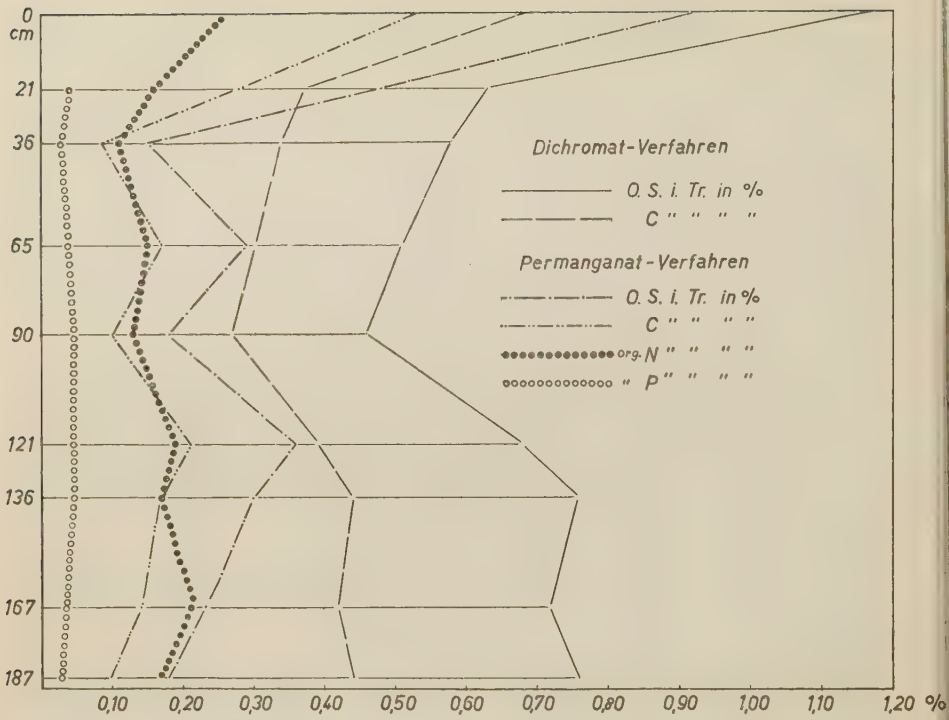
Die eingetragenen Werte liegen alle in der Streuung, die schon der obere Teil der Tabelle 2 zeigte, und besondere Sprünge treten in den Zeilen auch nicht auf. Zur Veranschaulichung der Schwankungen bei den verschiedenen Tiefenstufen ist die Textabb. 2 gezeichnet.

Von den fünf Kurven haben die beiden, die die Daten des Dichromatverfahrens angeben, ähnlichen Verlauf. Ähnlich verlaufen auch die beiden des Permanganatverfahrens, wenn auch nicht in gleichem Maße. Weniger bewegt ist die N-Kurve.

Für alle Faktoren sind die höchsten Werte an der Oberfläche ermittelt. Ihr größter Sturz liegt in den oberen 36 cm, bei 90 cm steigen die Werte wieder an. Ab 121 cm divergieren die Linienpaare für die beiden verschiedenen Verfahren, und das führt dahin, daß bei 187 cm die Diskrepanz zwischen den Werten für den Gesamtgehalt an O.S. und C und denen für ihre verfügbaren Anteile größer ist als an allen anderen Stufen. — Die N-Kurve bleibt davon unberührt. —

Ein Blick auf die C- und N-Kurven in den Diagrammen des „Galathea"-Expeditionswerkes, Bd. 6, Heft 2, zeigt, daß die höchsten O.S.- und C-Werte nicht immer an der Oberfläche festgestellt wurden. Dort ist aber nur eine C-Kurve gegeben, die des Gesamtgehaltes an C. Vielleicht wird sich bei weiteren und vielseitigeren Studien der Bohr- oder Stoßkerne aus den Kurven dieser lebenswichtigen Stufe ein Einblick in die geschichtliche Entwicklung des Standortes gewinnen lassen, und die Biologie der Heterotrophen wird dabei zu berücksichtigen sein.

Für die mykologische Auswertung unseres Profiles läßt sich wohl sagen, daß die Oberfläche die reichste Nahrung bietet, und wenn das Minimum bei 36 cm für die heterotrophen Organismen noch genügt, dürften die C-, N- und P-Verhältnisse bis 187 cm Tiefe auch keine letale Grenze ziehen.



Textabb. 2: Diagramm zu den O.S.-, C-, N- und P-Werten in verschiedenen Tiefen des Stoßrohrkernes Nr. 481.

Wie eingangs erwähnt, war bei der Bestimmung des organisch gebundenen Stickstoffs in Meeresböden zunächst die Hypothese aufgestellt worden, daß dieser hauptsächlich in Form von Amino- und Iminosäuren, primären, sekundären oder tertiären Aminen bzw. von aliphatischen und cyclischen Basen vorliegt. Um diese Vermutung zu erhärten, wurde der Versuch unternommen, in der oben genannten Probe die stickstoffhaltigen Substanzen zu isolieren, und zwar in Oberflächennähe bei einer Tiefe von etwa 21 cm und zum anderen in einer Tiefe von 162 cm.

Hierbei wurde von folgenden Überlegungen ausgegangen. Die beim Ablauf der Lebensvorgänge von Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen entstehenden niedrigmolekularen organischen Basen, die biogenen Amine, umfassen alipathische, fett-aromatische und einfach heterocyclische Verbindungen. Die gemeinsamen Merkmale der biogenen Amine liegen in einer mehr oder minder ausgesprochenen Basizität und in einer relativ niederen Molekulargröße. Die biogenen Amine entstehen aus den Proteinen, wenn sich Arginin, Hystidin und Lysin unter dem Einfluß proteolytischer Enzyme aus ihren Peptidverbindungen mit anderen amphoter oder sauer reagieren-

den Aminosäuren lösen. Die frei gewordenen Hexonbasen können in wasserlösliche Extraktivstoffe übergehen und unter amidartiger Verkettung zu Proteinen von stärker ausgesprochenen basischen Eigenschaften, den Histonen und Protaminen, zusammentreten.

Nachdem durch die üblichen Vorproben, Pyrolyse mit Natronkalk, Wasserdampfdestillation der mit starker Natronlauge versetzten Bodenproben (1 : 1) und Auffangen des Destillats in $^1/_{10}$ n HCl, die Anwesenheit von basischem Stickstoff festgestellt worden war, wurde versucht, durch verschiedene papierchromatographische Verfahren eine Auftrennung der stickstoffhaltigen Basen zu erhalten. Diese Verfahren führten jedoch zu keinem befriedigenden Ergebnis. Es erfolgte keine Auftrennung; ein Teil der aufgetragenen Substanz wanderte auf dem Papier mit der Lösungsmittelfront,[1]) der andere Teil blieb fast am Startpunkt zurück.

Zudem bestand ja auch bei der Eliminierung der stickstoffhaltigen Substanz aus den Bodenproben durch alkalische Wasserdampfdestillation die Möglichkeit, daß diese durch das starke Alkali gespalten wurden und im Destillat nicht mehr in ursprünglicher Form vorlagen.

Da es zunächst einmal auf eine möglichst schonende Aufbereitung der Bodenproben ankam, wurde auf ein klinisch-chemisches Verfahren zurückgegriffen, das zum Nachweis basischer Substanzen (Amine) im Plasma, Blut und Urin in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen hat. J. Gayer (1956) beschreibt ein Aufbereitungsverfahren des Plasmas mittels Fällung der basischen Bestandteile als Tetraphenyl-borate und ihre Trennung im Hochspannungspherogramm. Das Natrium-tetra-phenyl-borat (Kalignost), ursprünglich nur zur quantitativen Bestimmung von Kalium verwendet, hat sich sehr bald zur Bestimmung stickstoffhaltiger Stoffe als geeignet erwiesen. In Anlehnung an dieses Verfahren wurde in unserem Fall der Feuchtschlamm mit verdünntem Äthylalkohol ausgezogen und unter Wasserstrahlvakuum filtriert. Das Filtrat wurde mit HCl angesäuert, eingeengt und mit 2%iger Kalignost-Lösung im Überschuß versetzt. Der entstehende Niederschlag wurde nach 15minutigem Stehen unter Wasserstrahlvakuum filtriert und das den Niederschlag enthaltende Filter in einen Weithals-Erlenmeyerkolben übergeführt. Der Niederschlag wurde in Aceton gelöst, die Lösung zur Trockene eingeengt und der Rückstand mit einigen ml etwa 7%iger HCl zersetzt. Die stickstoffhaltigen Körper lagen damit jetzt wieder als Hydrochloride vor; anschließend wurde das Reagens durch mehrfaches Ausschütteln mit Äther entfernt. Die salzsaure, wässerige Lösung wurde zur Trockene eingeengt und mit wenig H_2O aufgenommen. Die so erhaltene Substanzmenge wurde nun einer kontinuierlichen Papierelektrophorese unterworfen. Für die elektrophoretischen Untersuchungen wurde die ELPHOR-Va-Apparatur der Firma Dr. Bender und Dr. Hobein nach dem Verfahren von Grassmann und Hannig (1951) verwendet.

---

[1]) Als Lösungsmittel wurden Butanol-Eisessig-Wasser, mit 1 n HCl gesättigtem Butanol und Cyclohexan-Benzol verwendet.

Als Puffer wurde eine Mischung von Pyridin-Eisessig-Wasser (5:5:90) angewandt. Die Spannung betrug 800 Volt, die Stromstärke maximal 23mAmpere und die Laufzeit höchstens 6 Stunden. Vor Auftragung der Substanz lief die Apparatur mit eingehängtem Papier zur Einstellung des Flüssigkeits-Dampf-Gleichgewichtes etwa 2—3 Stunden bei eingeschaltetem Strom und bespülten Elektroden.

Nach beendeter Elektrophorese wurden die Pherogramme mit Warmluft vorgetrocknet und noch feucht mit Ninhydrin angesprüht. Anschließend wurde 15 Minuten bei 80° getrocknet. Bei beiden Pherogrammen (21 cm und 160 cm Tiefe) wurden auf diese Weise deutlich je vier durch Ninhydrin anfärbbare Fraktionen erhalten, die auch im langwelligen UV-Licht deutliche Fluoreszenz zeigten.

Es ergaben sich zwei kathodisch wandernde, mit Ninhydrin violett anfärbbare Fraktionen, eine neutrale, durch Ninhydrin gelb anfärbbare und eine schwach anodisch wandernde, mit Ninhydrin violett anfärbbare Fraktion. Die kathodisch wandernden Fraktionen bestehen vermutlich aus Körpern mit Amincharakter, die anodisch wandernden Fraktionen sind sicher keine aminhaltigen Verbindungen, wohl aber andere stickstoffhaltige Körper.

Bei der nachfolgenden weiteren papierchromatographischen Auftrennung der einzelnen Fraktionen mit Papier S. u. S. Nr. 2043 und Eisessig-Butanol-Wasser (1:4:5) als Fließmittel, wurden jeweils vier Körper von Amincharakter und eine stickstoffhaltige Verbindung von nicht Amincharakter festgestellt (siehe Tabelle 3).

Im Verlauf weiterer Untersuchungen soll versucht werden, diese bisher festgestellten und zunächst noch unbekannten Körper nach Möglichkeit zu identifizieren.

Betrachtung der Ergebnisse

Die untersuchten Stoffe O.S., C, N und P in den Sedimenten an unseren Standorten stammen im wesentlichen aus dem darüber stehenden Wasser. Sie kommen dort partikulär und gelöst vor. Die Mengen an gelöstem organischem C, N und P, die in den Wasserproben von den Stationen des Jahres 1958 enthalten waren, bestimmte Duursma (1960). Von seinen Ergebnissen seien einige hier angegeben.

Die Werte aus diesem atlantischen Raum schwanken für gelösten C zwischen 0,20—1,30 mg/kg, für gelösten N zwischen 0,04—0,40 mg/kg und für P zwischen 0,0—9,0 mg/m³. Allgemein gilt, daß die Konzentrationen dieser

---

Tabelle 3: (nächste Seite) Papierchromatographische Aufteilung der Fraktionen
Elektrophoretische Behandlung der N-haltigen Verbindungen der Bodenproben 481 c und 481 i mit anschließender papierchromatographischer Auftrennung der einzelnen Fraktionen.
Papier: S/S 2043, Fließmittel: Butanol, Eisessig, Wasser im Verhältnis 4 : 1 : 5, Anfärbung mit Ninhydrin. Beobachtung der Flecke im langwelligen UV-Licht, Laufzeit der Chromatogramme etwa 16 Stunden, Temp.: 20° C.

Pherogramm 481 c oben — Tiefe: etwa 21 cm — Papierelektrophorese der Kalignostfällung in salzsaurer Lösung.

	Fleck 1		Fleck 2		Fleck 3		Fleck 4		Fleck 5		Fleck 6	
	Rf-Wert	Farbe i. UV	Rf-Wert	Farbe i. UV	Rf-Wert	Farbe i. UV	Rf-Wert	Farbe i. UV	Rf-Wert	Farbe i. UV	Rf-Wert	Farbe i. UV
Fraktion I: (kathodisch) sehr schwach rotviolett	Diese Fraktion wurde nicht aufgetrennt (zu schwach)											
Fraktion II: (kathodisch) rotviolett	0,17	schwach violett	0,28	violett	0,38	dunkel-violett	0,60	leuchtend hellgelb				
Fraktion III: (neutral) grüngelb	0,15	schwach violett	0,34	dunkel-violett	0,44	violett	0,60	leuchtend hellgelb				
Fraktion IV: (neutral bis schwach anodisch) rotviolett	0,13*	schwach violett	0,29	dunkel-violett	0,43*	violett	0,57*	leuchtend hellgelb				
Fraktion V: (anodisch) gelb	0,15	schwach blau-violett	0,50	hell-violett	0,54	gelbgrün	0,62	leuchtend hellgelb				

* vergl. Fraktion IV / 481 i!

Pherogramm 481 i unten — Tiefe: etwa 162 cm

	Fleck 1		Fleck 2		Fleck 3		Fleck 4		Fleck 5		Fleck 6	
	Rf-Wert	Farbe i. UV	Rf-Wert	Farbe i. UV	Rf-Wert	Farbe i. UV	Rf-Wert	Farbe i. UV	Rf-Wert	Farbe i. UV	Rf-Wert	Farbe i. UV
Fraktion I: (kathodisch) sehr schwach rotviolett	0,20	hellblau	0,30	dunkel-violett	0,46	dunkel-violett	0,60	leuchtend hellgelb				
Fraktion II: (kathodisch) rotviolett	0,25	dunkel-violett	0,32	dunkel-violett	0,41	violett	0,52	leuchtend hellgelb				
Fraktion III: (neutral) grüngelb	—	—	schlechte Auftrennung				—	—				
Fraktion IV: (neutral bis schwach anodisch) rotviolett	0,14*	schwach blau-violett	0,26	dunkel-violett	0,29*	blau-violett	0,35	blau-violett	0,43*	schwach blau-violett	0,555	leuchtend hellgelb
Fraktion V: (anodisch) sehr schwach gelb	Diese Fraktion wurde nicht aufgetrennt (zu schwach)											

* vergl. Fraktion IV / 481 c!

Stoffe heterogen verteilt sind. Maxima und Minima treten sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung auf. — In Oberflächenschichten mit günstigen Abbaubedingungen werden die organischen Substanzen relativ schnell mineralisiert (80 % in einigen Monaten). An ungünstigen Plätzen, das sind vorzüglich kalte und tiefe Wasser, vermag die gelöste organische Substanz sich über lange Jahre zu erhalten. Daraus ist aber nicht zu folgern, daß sie stabil wäre; der Abbau kann auch da bei bestimmten Voraussetzungen eintreten.

Die zuletzt erwähnte Feststellung findet augenscheinlich eine Stütze durch die Pilzbefunde. Kriss fand Hefen in Wasserproben aus den Tiefen des arktischen Meeres und neuerdings auch aus dem Indischen Ozean (1960; von 1057 Proben enthielten 11 Hefen und 3 andere Pilze), und wir fanden (Höhnk, 1959) Niedere und Höhere Pilze, einschließlich Hefen, in Planktonproben und im Trübungswasser. — Im Plankton und in Bodennähe finden sich auch die tierischen Filtrierer. Sie nehmen Schwebstoffe auf, die adsorbiert gelöste organische Substanz tragen. Diese unterliegen im Darm der Fermentwirkung. Ob sie dabei auch in körpereigene organische Substanz eingebaut werden, ist noch zu erweisen.

Eine günstige Voraussetzung zur Aktivierung der gelösten Stoffe kann z. B. durch die katalytische Wirkung von im oder am Boden freigewordenen Enzymen herbeigeführt werden (Bokova and al., 1936). Im Beobachtungsfalle waren sie wahrscheinlich bakteriellen Ursprungs.

Es erscheinen auch begünstigende Änderungen denkbar, die durch den stürmischen Transport von Bodenteilen oder -mengen eingeleitet werden. Im Kleinen mögen diese den von Piccard and Dietz (1957) photographierten explosivhaft aufwirbelnden Trübungswolken ähneln, im Großen aber durch die „turbidity currents" bezeichnet sein. Sie bringen große Mengen Schelfmaterials über den Kontinentalabhang in die als reich angegebenen Sedimente an seinem Fuß, wirbeln sie auf und wälzen sie weite Strecken fort. Neben dem toten Material werden Lebewesen mitgeführt, von denen die Bakterien und Pilze oder auch die vergehende organische Substanz biogene und enzymatische Prozesse einleiten, die den früheren scheinbar ± stabilen Zustand ändern. — Der Massentransport half uns die Tatsache erläutern, daß wir ober- und unterhalb des Kontinentalabhanges u. a. gleiche oder sehr ähnliche Formen niederer Pilze fanden. Der Gedanke der möglichen enzymatischen Auswirkungen kam in Anlehnung an die oben genannte Arbeit von Bokova and al. (1936).

Die Werte in der Tabelle 2 enthalten die ungelösten und die möglicherweise im Porenwasser vorhanden gewesenen löslichen Anteile. Die Gesamtmenge der organischen Substanz übersteigt selten 1 % (Kalle, 1945).

Da die C/N-Relation für die Sediment a r t bezeichnend ist, haben wir die Quotienten in der folgenden Tabelle 4 aufgeführt und in der Textabb. 3 die Standorte nach den Komponenten im Diagramm ermittelt.

Die Quotienten für die Bodenproben vom Grönland-Island-Schelf (die Zeilen 1—16) sind recht unterschiedlich; sie schwanken zwischen 3,2 und 9,8. Mit den oberen Werten wird fast die Grenze erreicht, mit der Kalle die

Zeile	C/org. N	Zeile	C/org. N
1	8,8	23	2,1
2	5,7	24	2,3
3	3,2	25	3,0
4	4,9	26	2,0
5	2,9	27	2,1
6	8,4	28	2,0
7	6,1	29	2,6
8	4,0	30	2,0
9	6,2	31	2,6
10	4,3		
11	7,1	32	2,34
12	5,4	33	4,46
13	4,1	34	2,78
14	9,8	35	2,93
15	5,5	36	3,73
16	3,3	37	3,48
		38	3,61
17	3,8	39	2,98
18	2,2	40	5,78
19	1,0		
20	1,5		
21	1,6		
22	1,4		

Tabelle 4: C/N-Werte für alle untersuchten Proben. Erläuterung im Text.

Gyttja beginnen läßt. — Einen ähnlich hohen Wert, im Durchschnitt 8,8, berichten auch Mironov and Bordovsky (1959) aus der Barents-See.

Aus der Tiefsee hoben wir die Böden mit dem Stoßrohr. Bei seinem Durchmesser von 4,5 cm sind die Oberflächenausschnitte so klein, daß wir sie bis auf zwei Fälle, das sind die Proben Nr. 417 und 481a, stets für die mykologische Bearbeitung bestimmten. Für die chemische Analyse entnahmen wir darum den Stoßkernen Teile aus verschiedenen Tiefen unter der Oberfläche (die Zeilen 18—22).

Der Quotient für die Oberflächenprobe Nr. 417 liegt im Bereich der Streuungen auf dem Schelf. Die Zahlen für die Stoßkernproben sind niedriger und zugleich die niedrigsten von allen unseren Bodenanalysen.

Diese Beobachtung veranlaßte uns, für eine Überprüfung einen der längsten Stoßkerne auszuwählen. Er trägt die Nr. 481. Von ihm analysierten wir Bodenteile aus neun verschiedenen Tiefenstufen. Die dabei erhaltenen Werte (die Zeilen 23—31) liegen um einen Ganzschritt höher als die eben erwähnten.

Die Proben der Zeilen 1—23 lagerten zwei bis neun Monate (siehe Tabelle 1). Die vom Island-Färöer-Rücken (die Zeilen 24—32) analysierten wir anschließend an die Rückkehr. Diese waren vom Inselschelf (die Zeilen 24 und 25), aus der Höhenlage des Rückens (die Zeilen 26 und 27) und wieder aus der Tiefsee (die Zeilen 28—32) entnommen.

Das untermeerische Gebirge zwischen Island und den Färöern ist ein ganz anders geartetes Gebiet. Die Höhen geben seltener und auch nur wenig Sedimente ab. An einzelnen Stationen blieben mehrere Greifer und Stoßröhren ohne Ertrag, und wenn wir beim dritten, vierten oder fünften Male Material förderten, dann war die Menge gering, einzelne Male nur mehrere ccm. An Stationen dagegen, an denen nur Mulden, Wannen, Furchen oder Canyons angeschnitten wurden, brachte der erste Griff oder Stoß schon Erträge. Die im Nordatlantik erreichten extremen Längen von etwa 2 m kamen hier nicht vor; der längste Kern hier maß 121 cm.

Augenscheinlich haben die in diesem Gebiet wechselvollen Strömungen die Höhenlagen und geneigten Flächen freigespült und von Sedimenten entblößt. Sie dürften auch dafür sorgen, daß die in Löchern oder Wannen verharrenden Bodenteile mehr ausgewaschen werden als jene Mengen, die gleich in die Tiefe abgerutscht sind.

Die Analysenwerte stehen in den Zeilen 32—40 der Tabelle 2. Die der Proben vom Schelf und der Höhenlage (die Zeilen 32—35) korrespondieren zu den niederen Werten jener, die vom Island-Grönland-Schelf gewonnen wurden (die Zeilen 1—16). Höher liegen dagegen die Daten für die Bodenteile aus den Stoßkernen (die Zeilen 36—40). Der Zufall fügt es, daß unsere C/N-Quotienten für die beiden befahrenen Gebiete verschieden gestaffelt sind. Einmal nehmen sie tiefenwärts ab und beim andern in gleicher Richtung zu.

Im nordatlantischen Profil zwischen Grönland und Island sind die Unterschiede bedeutsamer, und sie liegen auch in der Richtung des Abbauprozesses. Aus der trophogenen Oberflächenschicht sinkt die pflanzliche Substanz ab. Tiefenwärts kommt die tierische hinzu. Auf dem langen Wege abwärts schreitet ihr Abbau kontinuierlich fort und müßte bei ungestörtem Verlauf am Grunde am weitesten fortgeschritten sein. Dieses Modell mag mancherorts durch sekundär wirksame Ursachen, Auswaschung und Transport durch die wechselnden und arrhythmischen Strömungen oder Erdbewegungen, lokal verdeckt sein.

Die abgesunkenen Partikel bilden die obere Schicht des Bodens. Sie liegen in lockerer Berührung, und die feinen Gänge füllt noch das Wasser. Die leichte Rauhigkeit der Oberfläche mögen Piccard and Dietz (1957) zu der Bemerkung veranlaßt haben, daß der sehr feine und weiche Mud mit einem 5—10 mm dünnen Lager bedeckt war, „that appeared to be mold". Die Lockerheit des oberen Sediments ermöglicht auch, daß es bei stoßhaften Störungen durch niederfallendes Material als wolkige Trübungen hoch aufwirbelt.

Wie dünn oder dick diese Schicht ist, läßt sich von uns nicht sagen. Sie ist es, die beim Eindringen des Stoßrohres in Bewegung gerät und vielleicht

schon z. T. aus der Röhre entwichen ist, bevor das obere Ventil schließt. Beim Hieven des Gerätes sinkt dieses Material auch mehr zusammen als das tiefere, das tonig und schlickig ist. Die verfestigenden Komponenten nehmen manchmal nach Zentimetern, manchmal erst nach einem Dezimeter merklich zu. Bei 24 cm Tiefe gewannen wir noch pilzliche Befunde wie auch aus den sedimentierten Trübungen.

Die Vermutung, daß der Anteil der organischen Substanz im Stoßkern mehr oder weniger kontinuierlich abnimmt, läßt sich allgemein nicht bestätigen.

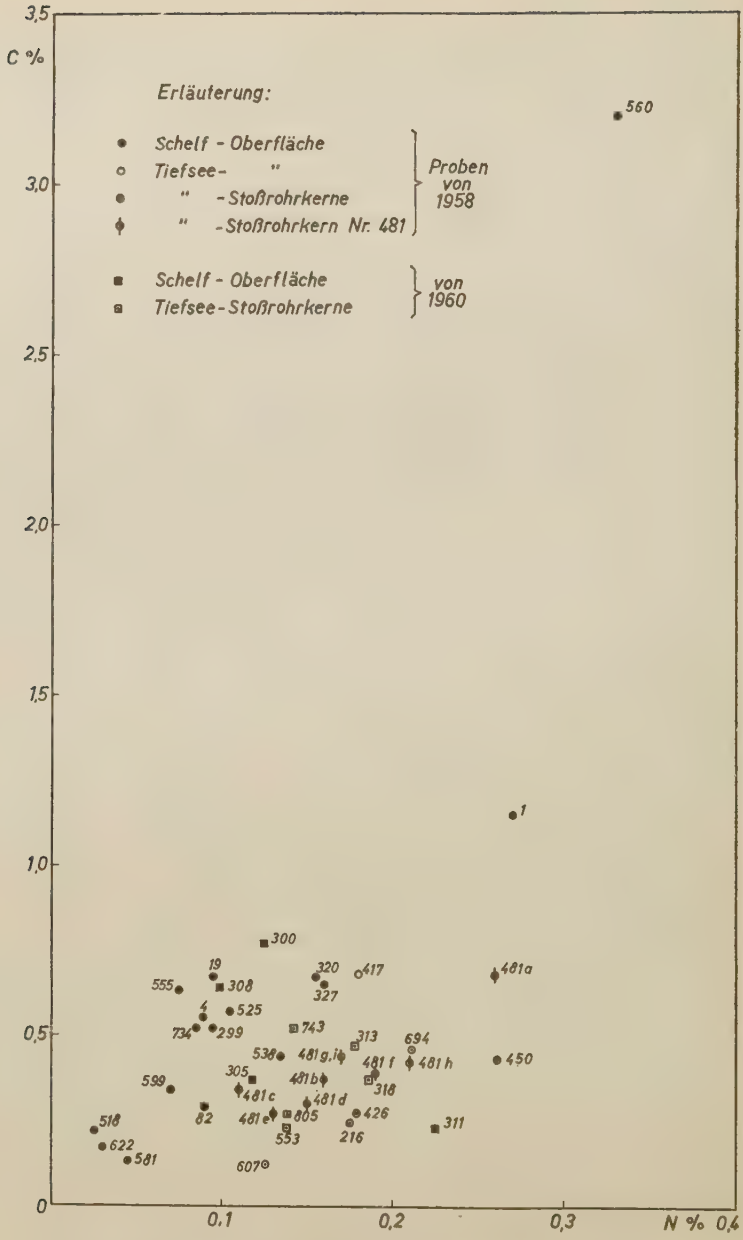
In den oberen 36 cm unseres Stoßkernes Nr. 481 wurde er wohl kleiner, darunter aber pendelte er auf und ab. Im „Galathea"-Werk (Berrit and Rotschi, 1947—48) sind auch viele Diagramme enthalten, die oberflächennahe geringere Werte aufweisen als darunter. Die Sedimentation geschieht in der Fläche ungleich, und in den Senken und Talungen sammeln sich auch die Teile, die von den Kuppen und Bänken fortgetragen werden, an.

Der Ausfaulungsprozeß läuft am Boden der Tiefsee, wenn auch verlangsamt, weiter. Die Umweltfaktoren ermöglichen es. Das bodennahe Wasser hat einen O_2-Sättigungsgrad von 85—90 % (Beck, Kalle, Rogalla, 1959), und der Minimumsfaktor im Schlamm, löslicher Phosphor, (Dolzmann, 1960) ist noch vorhanden. Auf welch unwahrscheinlich geringe Mengen der Minimumsfaktoren, P und N, die lebenden Organismen beispielsweise schon reagieren, hat Schneider (1927, 1929, bei Kalle 1945) erarbeitet. Ein Mehr von Bruchteilen eines mg im m^3 oder l Wasser beantwortete die grüne Meeresalge, *Carteria spec.*, mit einsetzender Zellteilung.

Wir haben in der Textabb. 3 die Analysenwerte von C und N in ein Koordinatensystem gespannt. Es zeigt sich, daß die Schelfstandorte um eine aufsteigende Kurve und die aus dem Stoßrohrkern (Nr. 418), bei ähnlichen C-Werten, um eine Waagerechte streuen. Aus der Scharung fallen nur zwei Stationen heraus, das sind die Schelfstationen 560 und 1. Vor und während der Behandlung zeigten sich in der Oberflächenprobe Nr. 560 starke Gas- und üppige Bakterienentwicklung. Sie enthielt Kadaverteile, und daraus erklärt sich die auffällige Sonderstellung. Für die Probe Nr. 1 geben die Protokolle keinen erklärenden Hinweis.

In den analysierten Proben sind an C, N und P höhere Werte vorhanden, als sie synthetischen Nährböden, die nach ernährungsphysiologischen Kulturerfahrungen zusammengesetzt sind, hinzugefügt werden. Die weitere, jetzt wichtige Frage ist die, in welcher Form sie vorliegen und ob sie von den heterotrophen Organismen verbraucht werden können.

Hierüber gibt uns die neuere Literatur einige Hinweise. Vallentyne (1954) und Whyttacker and Vallentyne (1957) berichteten über Aminosäuren bzw. freie Zucker in Sedimenten von Süßwasserseen, und Erdmann, Marlett und Hanson (1956) und Plunkett (1957) fanden solche Verbindungen auch in marinen Böden. Plunkett stellte unter anaeroben Verhältnissen mehr Zuckerarten, Aminosäuren und organische Säuren fest als unter aeroben und schließt daraus, daß der Abbau im anaeroben Milieu langsamer vor sich geht und hier bestimmte Verbindungen verhältnismäßig sta-



Textabb. 3: Diagramm zu den C/N-Verhältnissen für alle Proben.

bil sind. — WHYTTACKER and VALLENTYNE fragten, ob die Zucker von Bakterien geliefert oder chemisch geändert würden. Die erste Frage beantworteten sie dahin, daß die Zucker in Sedimenten mit niedrigem Gehalt daran ganz oder z. T. von Bakterien stammen mögen, daß die hohen Mengen in anderen Böden aber viel zu hoch sind, um den bakteriellen Ursprung anzunehmen. Die zweite Frage wird zwar nicht entschieden, aber die Mitwirkung der Bakterien wird bezweifelt. — Weitere Daten lieferten ZOBELL and GRANT (1943). Nach ihnen wurden die niederen Konzentrationen organischer Substanzen auch von Bakterien verbraucht. — Der Tätigkeit submers lebender Pilze ist wohl gedacht, experimentell sind sie aber nicht berücksichtigt worden.

Über die biochemischen Umsetzungen, die speziellen Abbauprozesse und -stufen in marinen Böden ist zu wenig bekannt, als daß wir auf die Beteiligung der Heterotrophen, in unserem Falle der Pilze, Schlüsse ziehen könnten. In diesem Gesichtswinkel sind auch unsere Arbeiten zur elektrophoretischen und papierchromatographischen Trennung der N-haltigen Verbindungen zu sehen. Sie bedeuten den Anfang unserer Orientierung für kulturmethodische Zwecke.

Zusammenfassung

Nachdem wir das Vorkommen mariner Pilze auf den nordatlantischen Schelfen und an einzelnen Tiefseestandorten festgestellt hatten, gingen wir jetzt aus ernährungsphysiologischen Gründen den Fragen nach, in welchen Mengen O.S., C, org. N. und org. gebundener P an jenen Standorten vorlagen. Das besondere Interesse gehörte den Anteilen, die für die heterotrophen Organismen davon verfügbar sind.

Es wurden 40 Bodenproben von 32 Standorten des Nordatlantiks auf O.S. und C nach dem Dichromat- und dem Permanganatverfahren, auf N und organischen P hin analysiert. 15 der Standorte liegen auf dem Grönland-Island-, einer auf dem Irlandschelf und sieben in der Tiefsee (bei Tiefen von 1100—3160 m) südöstl. davon. Zwei der letzteren gaben Proben von der Bodenoberfläche und die anderen wieder Teile aus Stoßrohrkernen. Weitere neun Stationen liegen im Raume des untermeerischen Rückens zwischen den Färöern und Island, und zwar vier in Tiefen bis zu 350 m und fünf zwischen 503 bis 1192 m; von den letzteren analysierten wir wieder Teile aus Stoßrohrkernen.

Die Ergebnisse lassen erkennen, daß die ernährungsmäßigen Grundlagen, soweit sie durch die untersuchten Stoffe ausgedrückt werden, für das Gedeihen einer Mykoflora an allen Standorten gegeben sind. — Die Kurven für die O.S.- und C-Werte eines 187 cm langen Stoßrohrkernes, die nach den beiden verschiedenen Verfahren ermittelt wurden, haben in der Tiefe eine divergierende Tendenz. Zur Klärung dieser Erscheinung ist weiteres Vergleichsmaterial wünschenswert.

Die C/N-Quotienten der Grönlandschelfproben erreichen mit 9,8 ihr Maximum und liegen im Durchschnitt höher als die aus den Tiefenproben der Irmingersee. Im Diagramm 3 streuen die Werte von Oberflächenproben um eine steigende Kurve und die der Proben aus dem 187 cm langen Stoßrohrkern um eine Waagerechte. — Die elektrophoretische und papierchromatographische Aufschließung der verfügbaren N-haltigen Substanzen läßt auf verschiedene Stoffe schließen, die z. T. Amincharakter haben.

Anschriften der Verfasser:

Dr.-Ing. R. Dietrich, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven,

Dr. W. Höhnk, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven.

Literaturverzeichnis

Alten, F., B. Wandrowski und E. Knippenberg. 1935. Ergebnisse der Agrikulturchemie. **4:** 61.

Beck, B., C. Kalle und E. Rogalla. 1959. Die Schichtung im Sauerstoffgehalt im jahreszeitlichen Wechsel zwischen Kap Farvel und der Flämischen Kappe. D. Hydrogr. Zeitschr. Erg. Heft Reihe B. **3:** 66.

Berrit, G. R. and H. Rotschi. 1947—1948. Sediment cores from the West Pacific. **2.** Reports of the Swedish Deep-Sea Expedition 1947—1948.

Blumrich, R. 1941. Titration von schwachen Basen und starken Säuren in Eisessiglösung. Angew. Ch. **54:** 374.

Bokova, E., V. Borsook, N. Nerjbinskaya, E. Krebs and V. Lukyanowa. 1936. Enzymes in sea water. Archives des sciences biologiques **43:** 362.

Brennecke, E. 1951. Neuere Maßanalytische Methoden. 3. Auflage. Verlag Enke, Stuttgart: 31—51.

Correns, C. W. 1937. Die Sedimente des äquatorialen Atlantischen Ozeans. Wiss. Erg. d. D. Atl. Exp. „Meteor". 1925—1927.

Czensny, R. 1953. Humusbestimmung im Schlamm. Zeitschr. f. Fischerei u. deren Hilfswissenschaften **1:** 247.

Dietrich, G. und C. Kalle. 1957. Allgemeine Meereskunde. Berlin, Borntraeger.

Dolzmann, P. 1960. Untersuchungen über den Fettabbau im Abwasserschlamm. Arch. f. Mikrobiol. **37:** 95.

Duursma, E. K. 1960. Dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorus in the sea. Diss. Groningen.

el Wakeel, S. K., J. P. Riley. 1956 Die O.S.-Bestimmung im Meeresschlamm. Journal du Conseil **22:** 180.

Erdmann, J. G., E. M. Marlett and W. E. Hanson. 1956. Survival of amino acids in marine sediments. Science **124:** 1026.

Feigl, F. und J. R. Amaral. Vorprüfung auf stickstoff- und sauerstoffhaltige Atomgruppen in organischen Verbindungen. Z. analyt. Chem. **166:** 379.

FISCHER, F. G. und H. Bohn. 1959. Bestimmung von Spermin, Spermidin und anderen biogenen Aminen nach papierelektrophoretischer Abtrennung aus tierischen Organen. Z. analyt. Chem. **167:** 151—152.

FRIEDRICH, H. 1960. Über den Nahrungskreislauf im Meer. Fette, Seifen, Anstrichmittel **62:** 517.

GAYER, J. 1956. Zum Nachweis biogener Amine. Biochemische Zeitschr. **328:** 39—43.

GOTTSCHALK, G. 1958. Zur gravimetrischen Halbmikro- und Mikrobestimmung des Phosphors als 3-Oxin-1-Phosphor-12-Molybdat. Fresenius' Zeitschr. f. analytische Chemie **159:** 257.

GRASSMANN, W., K. HANNIG und M. KNEDEL. 1951. Über die Verfahren zur elektrophoretischen Bestimmung der Serumproteïne auf Filtrierpapier. D. med. Wochenschrift **76:** 333.

HÖHNK, W. 1959. Ein Beitrag zur ozeanischen Mykologie. Deutsch. Hydrogr. Zeitschr. Erg. Heft Reihe B, Nr. **3:** 81.

KALLE, C. 1945. Der Stoffhaushalt des Meeres. Leipzig.

KOOPMANN, G. 1959. Thermo-haline Schichtung im jahreszeitlichen Wechsel zwischen Kap Farvel und der Flämischen Kappe. D. Hydrogr. Zeitschr. Erg. Heft Reihe B, Nr. **3:** 40.

KRISS, A. E., M. N. LÉBEDEVA and I. N. MITZKEVICH, 1960. Microorganisms as indicators of hydrological phenomena in seas and oceans. Deep Sea Research **6:** 173.

MARKWARDT, F. 1957. Die Isolierung und chemische Charakterisierung des Hirudins. Hoppe-Seyler's Zeitschr. f. physiol. Chemie **308:** 147—156.

MIRONOV, S. R. and D. K. BORDOVSKY. 1959. Organic matter in bottom sediments of the Bering Sea in Transact. of the Ozeanographic Congress New York.

MITSCHERLIN, Eil. A. 1949. Bodenkunde für Landwirte, Forstwirte und Gärtner. 5. Aufl. Verl. Max Niemeyer, Halle (Saale).

MLODECKA, J. und A. HOJNACKA. 1959. Nachweis von kleinen Aminmengen. Z. analyt. Chem. 1959, **169:** 380.

NADEAU, G. F. und L. E. BRANCHEN. 1935. The quantitat. titrat. of amino acids in glacial aceto acid solut. Journ. Amer. chem. Soc. **57:** 1363.

PICCARD, I. and R. S. DIETZ. 1957. Oceanographic observations by the bathyscaph Trieste (1953—1956). Deep Sea Research **4:** 221.

PLUNKETT, M. 1957. The qualitative determination of some organic compounds in marine sediments. Deep Sea Research **4:** 221.

RAUTERBERG, E., F. KEMKUS. 1951. Zeitschr. f. Pflanzenernährung **54:** 240. Institut f. Pflanzenernährung, Bodenchemie und Bodenbiologie.

SCHOTT, G. 1942. Geographie des Atlantischen Ozeans. Hamburg.

STRAIN, H. H. und J. C. SULLIVAN. 1952. Papierchromatographie im elektrischen Feld. Z. analyt. Chem. **136:** 139—150.

VALLENTYNE, J. R. 1954: Biochemical limnology. Science **119:** 605.

VECERA, M. und H. GASPARIC. 1959. Papierchromatographie aliphatischer Amine. Z. analyt. Chem. **166:** 378—379.

WHYTTACKER, I. R. and J. R. VALLENTYNE. 1957. On the occurrence of free sugars in lake sediment extracts. Limnology and Oceanography **2:** 98.

ZEIDLER, L. 1952. Tetraphenylbor-Verbindungen zum Nachweis von Histamin und anderen Basen. Hoppe-Seyler's Zeitschr. f. physiologische Chemie. **291:** 177 bis 178.

ZOBELL, C. E. and C. W. GRANT. 1943. Bacterial utilization of low concentrations of organic matter. Jour. Bact. **45:** 555—564.

Beiträge zu biologisch-ökologischen Untersuchungen in der Unter- und Außenweser

Von Hermann Friedrich

IV. Der $KMnO_4$-Verbrauch[1])

Als weiterer ökologischer Faktor mit indikativer Bedeutung für Wasserkörper wurde die Menge oxydabler Substanz mit $KMnO_4$ bestimmt, ausgedrückt in mg $KMnO_4$/l. Schöpfproben an den bisher berücksichtigten Stationen wurden auf acht Stationen am 11. 9. 58, 10. 10. 58, 11. 11. 58, 28. 11. 58, 22. 4. 59, 19. 5. 59, 16. 6. 59 und 20. 7. 59 entnommen; dabei führte jede Fahrt mit Flut stromaufwärts und mit Ebbe abwärts, so daß im oberen Bereich der Strecke meist um die Zeit von Stauhochwasser geschöpft wurde. Die Meßwerte an gleichen Stationen bei Flut und Ebbe wurden gemitttelt; so lagen zur Auswertung für jede Station acht Werte vor, die bereits einen Mittelwert darstellen und aus verschiedenen Jahreszeiten stammen.

Insgesamt sind die mg-Werte ziemlich klein und liegen zwischen 20 und 57,2; der Mittelwert beträgt 30,1. Trotz der geringen Zahl von acht Doppelwerten je Station scheint den Messungen repräsentativer Charakter zuzukommen. Unsere Station km 13 ergab nämlich den Durchschnittswert 29,3. Aus diesem Bereich liegen von der Staatlichen Chemischen Untersuchungsanstalt Bremen 48 Messungen vor, die sich auf die verschiedenen Gezeitenphasen und den ganzen Flußquerschnitt beziehen. Der Mittelwert dieser 48 Messungen beträgt 29,5[2]). Diese auffallend gute Übereinstimmung mit unserem Wert berechtigt wohl zu einigen allgemeinen Schlußfolgerungen aus dem hier gewonnenen Zahlenmaterial.

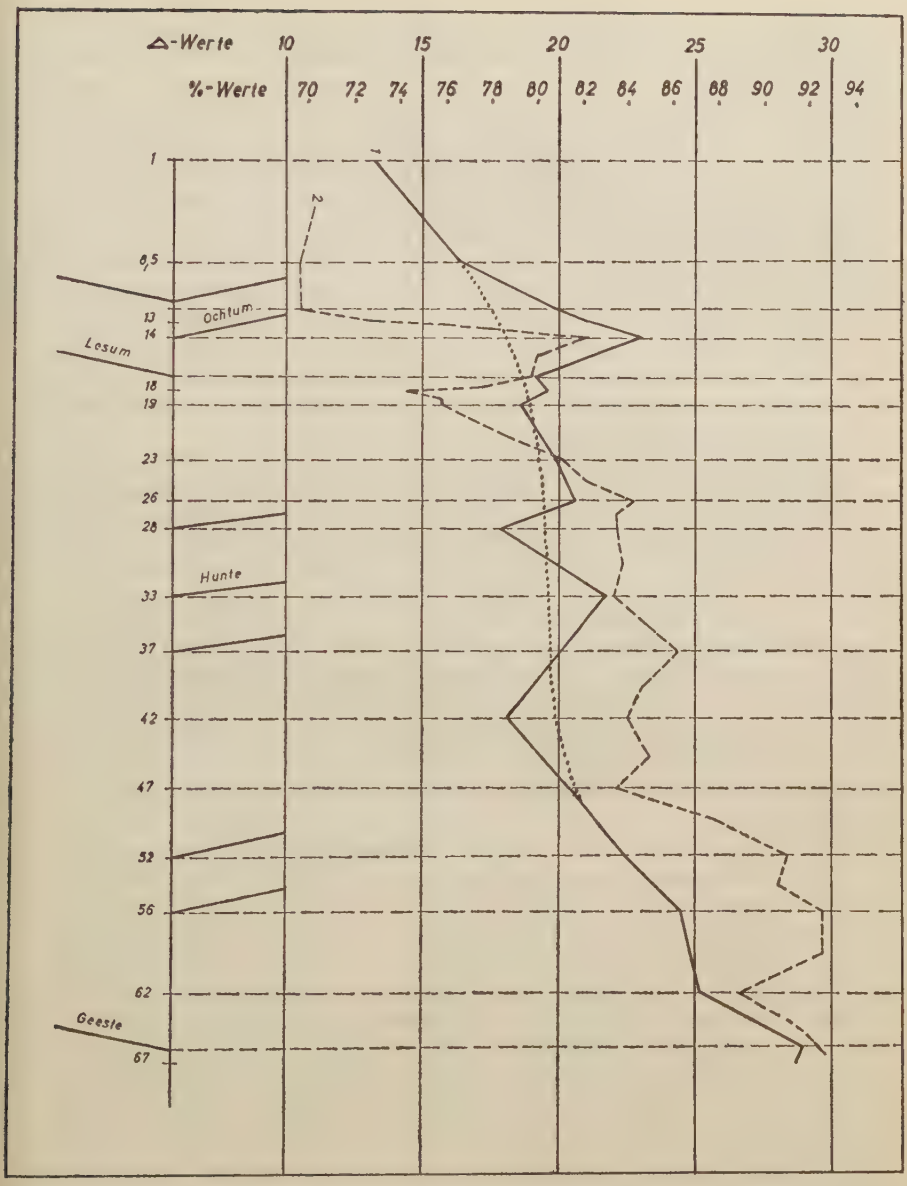
Probeentnahmen aus der unteren Hunte ergaben für drei Stationen Mittelwerte von 54,3 am 28. 11. 58 und von 28,7 am 20. 7. 59, aus der unteren Lesum für drei Stationen am 28. 11. 58 von 61,2 und für fünf Stationen von 31,0 am 20. 7. 59. Im Durchschnitt scheinen also Lesum und Hunte stärker organisch belastet zu sein als die Weserstrecke, wenngleich die Stichproben aus den beiden Nebenflüssen keine bindenden Schlußfolgerungen erlauben.

Für jede Fahrt wurden die Stationswerte wiederum (s. Bd. 6, S. 6) auf den größten Wert = 100 umgerechnet und dann für jede Station der sich aus den acht Fahrten ergebende Mittelwert eingetragen, so daß sich Kurve 1 der Tafel 1 ergibt. Unter Ausschaltung der Spitzen ist die punktierte Linie freihändig gezogen. Insgesamt ist eine von km 1 bis km 67 zunehmende

---

[1]) Für die Mitarbeit danke ich der Besatzung des FK „Victor Hensen" und der techn. Assistentin Frl. Chr. Mrosk.

[2]) Für die freundliche Genehmigung zur Mitteilung dieser Zahl danke ich Herrn Dr. Drawe, Bremen.



Taf. 1. Der $KMnO_4$-Verbrauch in der Weser von Bremen bis Bremerhaven; Erläuterung im Text.

Belastung erkennbar, die jedoch nicht gleichmäßig verläuft. Bei km 12—14 ist eine ausgesprochene Spitze vorhanden, die auf die einmündenden Abwässer zurückgeführt werden muß. Bis km 17 erfolgt bereits ein weitgehender Abbau, der sich jedoch nicht fortsetzt, sondern bis etwa km 47 hin mehr oder minder stark um einen Mittelwert herum schwankt. Es macht den Eindruck, als seien hier Belastung und Abbau mehr oder weniger in einem gewissen Gleichgewicht. Weiter unterhalb steigt die Kurve dann kräftig und gleichmäßig an bis zu den höchsten Werten bei km 66/67.

Auf die Wiedergabe der Einzelkurven für jede Fahrt ist verzichtet, da es uns hier auf das langfristige Mittel ankommt. Bemerkenswert ist jedoch, daß die höchsten Werte der einzelnen Fahrten entweder im Bereich km 12 bis 14 (10.10.58, 19.5.59, 16.6.59, 20.7.59) oder bei km 62—67 (11.9.58, 11.11.58, 28.11.58, 22.4.59) lagen. Darin ist ein nachdrücklicher Hinweis gegeben auf die Notwendigkeit räumlich und zeitlich engmaschiger Untersuchungen in einem so labilen System.

In einem zweiten Rechnungsgang wurde für jede Station das $\triangle$ zwischen größtem und kleinstem der acht Fahrtwerte festgestellt und dieses dann mit den beiden vorhergehenden und folgenden Stationen abgeglichen. Die sich daraus ergebende Kurve 2 zeigt in großer Deutlichkeit die gleiche Gliederung.

Während Kurve 1 die Stationsmittelwerte in Relation zu den aufgetretenen Höchstwerten der ganzen Strecke bringt, bezieht sich Kurve 2 lediglich auf $\triangle$-Werte und erfaßt die Schwankungsbreite an benachbarten Stationen. Da beide Kurven in der Lage der entscheidenden Knickpunkte völlig übereinstimmen, dürfte die sich aus den $KMnO_4$-Bestimmungen ergebende Gliederung der Flußstrecke real sein. Diese Gliederung bezieht sich sowohl auf die Gesamtbelastung mit organischer Substanz als auch auf deren Schwankungsbreite.

Vergleicht man die hier zum Ausdruck kommende Gliederung mit der sich aus den Bestimmungen von Gelbstoff- und Sestongehalt ergebenden (s. erste Mitteilung), so ist die Übereinstimmung nicht zu übersehen. Ganz klar fällt die sprunghafte Veränderung bei km 12/14 in allen drei Kurven zusammen, während die übrigen Grenzzonen gewisse Verschiebungen aufweisen. Dies führt zu der Frage nach ursächlichen Zusammenhängen zwischen $KMnO_4$-Verbrauch und den Größen für Gelbstoff und Sestongehalt.

Bei Bestimmung der $KMnO_4$-Werte und des Gelbstoffes in gleichen Proben zeigt sich auf den einzelnen Fahrten keine Korrespondenz der Maxima und Minima beider Größen. Die sich daraus ergebende Folgerung, daß andere Substanzen als die Gelbstoffe entscheidend sind für die Größe des $KMnO_4$-Verbrauches, wird bestätigt durch die Entnahmen aus Hunte und Lesum am 28.11.58. In der Hunte entsprachen 56 mg $KMnO_4$ 187,07 E-Einheiten, dagegen 50 mg $KMnO_4$ 196,54; in der Lesum waren die Relationen 64 : 238,82 und 57 : 251,81, d. h. die Verteilung der Größen war in diesem Fall sogar reziprok.

Beziehungen zwischen Sestongehalt und $KMnO_4$ können nur indirekter Natur sein, da, der Methode der Probenentnahme entsprechend, zwei ganz verschiedene Fraktionen der Partikelgröße, beim $KMnO_4$ außerdem gelöste Substanzen, erfaßt wurden. Indirekte Beziehungen sind insofern gegeben, als bei größerem Sestongehalt auch mit größeren Mengen gelöster Zersetzungs- und Stoffwechselprodukte zu rechnen ist.

So ist durch Bestimmung dreier verschiedener Indikatoren sichergestellt, daß die in früheren Veröffentlichungen meist als Einheit behandelte obere Strecke km 1—33 nach der Verteilung ökologischer Faktoren deutliche Abschnitte aufweist. In weiteren Auswertungen des eingetragenen Materials soll die Verteilung der Organismen geprüft werden.

V. Verteilung der *Cladocera* (Wasserflöhe) im Plankton der Unterweser

Als erste Tiergruppe wurden aus den Planktonfängen die Cladoceren bearbeitet [1]). Diese Gruppe weist einerseits zahlreiche limnische, andererseits aber auch einige marine Arten auf, so daß von ihnen die Sichtbarmachung einer biologischen Einflußgrenze des Seewassers erwartet wurde. Außerdem leben die limnischen Formen teils pelagisch, teils benthonisch; aus der Analyse können sich daher Hinweise auf turbulente Vorgänge ergeben. Berücksichtigt wird hier zunächst nur der Abschnitt km 1—67, da in dem seewärtigen Gebiet weitere Probeentnahmen, insbesondere zur Erfassung der marinen Elemente, notwendig sind. Mitteilungen über Cladoceren aus der Unter- und Außenweser gibt Klie 1913 in den Fangprotokollen zu seiner Arbeit über die harpacticiden Copepoden der Unterweser. Obwohl er aus dem uns hier interessierenden Flußabschnitt nur drei Fänge hatte und nicht beabsichtigte, die Cladoceren speziell zu bearbeiten, fand er nicht weniger als fünf der hier angeführten Arten. Ich sehe darin eine gegenseitige Bestätigung der Befunde.

Die folgende Artenliste [2]) ist verhältnismäßig reichhaltig.

Es wurden gefunden:

Daphnia longispina O. F. M.
D. pulex de Geer
D. cucullata G. O. Sars
Ceriodaphnia quadrangula O. F. M.
Simocephalus vetulus O. F. M.
Bosmina longirostris O. F. M. [3])
Iliocryptus sordidus Liévin
Macrothrix laticornis Jurine [3])
Acantholeberis curvirostris O. F. M.
Eurycercus lamellatus O. F. M.
Kurzia latissima Kurz
Alona rectangula G. O. Sars [3])
A. quadrangularis O. F. M.
A. guttata G. O. Sars

---

[1]) Das gewissenhafte Aussortieren aus den umfangreichen Proben führte die techn. Assistentin Frl. Chr. Mrosk durch.

[2]) Die Bestimmung erfolgte nach E. Wagler, Crustacea, in Brohmer-Ehrmann-Ulmer, Die Tierwelt Mitteleuropas, Bd. II, Liefg. 2a, 1956.

[3]) Auch in den Fangprotokollen von Klie, 1913, p. 45, angegeben.

A. affinis Leydig
Rhynchotalona rostrata Koch
Leydigia leydigii Fischer
Alonella spec.
Pleuroxus uncinatus Baird
Pleuroxus spec.[1])
Acroperus harpae Baird
Chydorus sphaericus O. F. M.[1]) + spec.
Podon leuckarti G. O. Sars

Während die Liste keine regional-faunistischen Besonderheiten bietet, ist sie vom ökologischen Gesichtspunkt her überraschend; das Material stammt nur aus den oberen 4 m der Wassersäule, enthält aber neben pelagischen Arten wie *Bosmina* und *Daphnia* eine große Zahl ausgesprochen benthonischer Formen wie *Iliocryptus, Leydigia* u. a. Dem Seston im Fluß müssen sich daher beträchtliche Anteile aus den Uferrändern oder vom Boden her beimischen. Die durch den Schiffsverkehr erzeugte Turbulenz und der Wellenschlag an den Ufern dürften die wesentlichen Ursachen dafür sein. Dafür spricht, daß die meisten dieser benthonischen Arten nur sehr unregelmäßig, stets in geringer Individuenzahl und in einigen Fällen überhaupt nur wenige Male gefunden wurden.

Tabelle 1

Dichte aller Arten (Spalte 1), Konstanz der pelagischen (Spalte 2) und benthonischen Arten (Spalte 3) der Cladoceren.

km	1	2	3
1	11,7	33,2	9,2
8,5	11,4	39,7	9,4
13	13,0	57,7	12,2
14	10,0	57,0	8,7
17	9,4	58,2	6,3
18	10,8	47,9	6,4
19	10,0	48,4	6,8
23	8,7	46,8	7,8
26	10,8	31,0	5,3
28	8,7	49,9	7,3
33	6,0	43,7	4,8
37	7,8	48,4	3,3
42	6,3	50,1	3,9
47	6,0	30,1	2,1
52	5,0	30,5	2,0
56	3,7	31,2	1,8
62	4,1	19,0	1,5
66	2,6	14,8	0,9*
> 67	0,6	5	0,15*

*) ohne Podon

[1]) Auch in den Fangprotokollen von Klie, 1913, p. 45, angegeben.

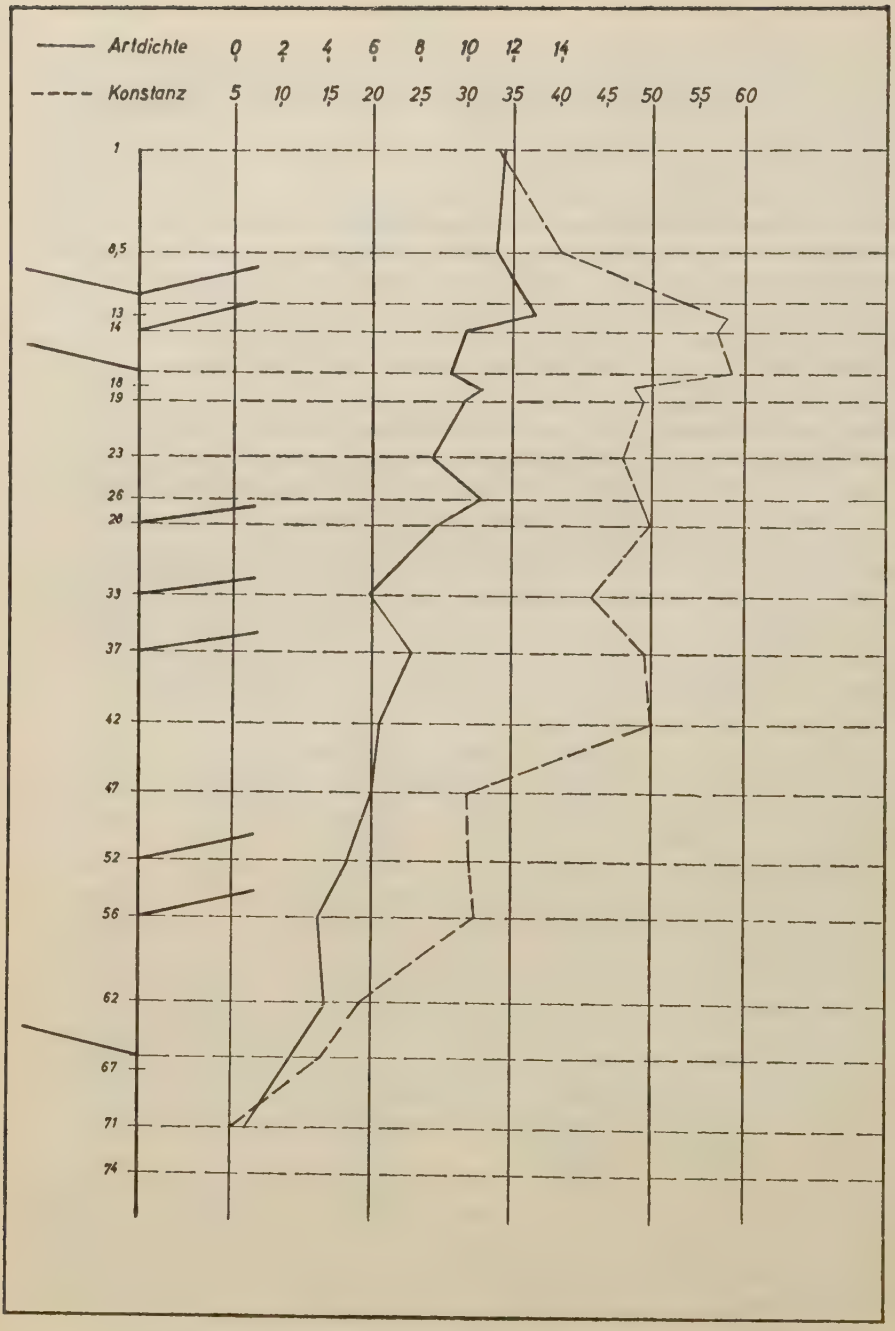
Die marine Gattung *Podon* wurde in dem hier behandelten Abschnitt nur einmal bei km 66, also vor der Geestemündung, angetroffen; in dem Fang waren gleichzeitig mit Einzelexemplaren vertreten *Bosmina* und *Chydorus*. Weitere Funde von *Podon* liegen weiter seewärts. Obwohl die Art gelegentlich eine gewisse Versüßung vertragen kann (vergl. REMANE 1958), scheint für sie bei der Geestemündung eine äußerste Grenze gegeben zu sein. Für die limnischen Arten ist diese Grenze im Durchschnitt nicht so scharf, da einzelne Arten weiter nördlich, wenn auch nur in Einzeltieren, vorhanden waren. Hierbei handelte es sich aber zweifellos um verschleppte Individuen

In seinen Untersuchungen zum Plankton der Flußmündungen erwähnt THIEMANN 1934 aus der Unterelbe lediglich *Chydorus, Bosmina* und *Daphnia longispina;* die geringe Artenzahl ist verständlich, da THIEMANN nur mit Schöpfproben arbeitete.

In der Artdichte zeigt sich eine fast kontinuierliche Abnahme zur Mündung hin (Tab. 1, Spalte 1). Für jede Station wurde die dort gefundene Zahl der Arten, multipliziert mit 10, dividiert durch die Zahl der Fänge an der Station eingetragen. Die Multiplikation mit 10 erfolgte, um Werte < 1 zu vermeiden. Die Unregelmäßigkeiten der nach diesen Zahlen gezeichneten Kurve 1 (Taf. 2) sind ohne weiteres verständlich aus den Zufälligkeiten, mit denen vor allem die benthonischen Formen in den Fängen auftreten. Aus der annähernd kontinuierlichen Abnahme der Artdichte ergibt sich, daß die Lebensbedingungen für die Cladoceren insgesamt ungünstiger werden. Es scheint aber, als liege etwa im Bereich der Huntemündung, also um km 33, ein gewisser Sprung in der Abnahme der Artdichte.

Es wurde dann berechnet, in wieviel % der an jeder Station durchgeführten Fänge die einzelnen Arten auftraten. Diese Zahlen, ein Ausdruck der Konstanz, sind für die verschiedenen Arten naturgemäß sehr unterschiedlich; am häufigsten war *Chydorus* vertreten, der teilweise in über 90 % der Stationsfänge beobachtet wurde. Dann folgten *Bosmina, Daphnia longispina* und *Ceriodaphnia,* also die mehr oder minder planktonisch lebenden Arten. Auf die Flußstrecke verteilt ergibt sich für die Einzelarten ein unregelmäßiges Bild; daher werden einerseits die vier genannten, andererseits alle anderen Arten zusammengefaßt (Tab. 1, Spalte 2 u. 3). Aus der Kurve 2 (Taf. 2) läßt sich ein Maximum im Bereich km 13/14 ablesen, an das sich eine um einen niedrigeren Wert schwankende Strecke anschließt. Diese bricht in Spalte 3 zwischen km 28 und 33 stark ab und sinkt bis km 66 unter den Wert 1. Die pelagischen Arten (Kurve 2) zeigen bis etwa km 42 eine mittlere prozentuale Konstanz, sinken aber dann ebenfalls schnell auf geringere Werte ab.

In der rapiden Abnahme beider Artengruppen dürfte die Einwirkung des Salzgehaltes zum Ausdruck kommen. Dieser wirkt sich bei den benthonischen Formen wegen des Untertauchens des Salzwassers unter das süße Oberwasser erwartungsgemäß weiter flußaufwärts aus als bei den pelagischen Arten.



Taf. 2. Verteilung der Cladocera in der Unterweser, Kurve 1: Artdichte, Kurve 2: Konstanz der pelagischen Arten.

Das Maximum bei km 13/14 dürfte ein Zeichen dafür sein, daß hier die ebensbedingungen günstiger sind als in den benachbarten Gebieten. Es arf vermutet werden, daß hier den Tieren viel feiner Detritus, vermutlich it hohem Bakteriengehalt, als Nahrung zur Verfügung steht.

Von den hier genannten Cladoceren werden *Simocephalus vetulus* und *osmina longirostris* als Oligosaprobien bezeichnet; LIEBMANN 1951 nennt *hydorus sphaericus* und *Daphnia pulex* als β-mesosaprobe Formen. Dach deutet das häufige Auftreten dieser Arten in den im Fahrwasser entommenen Proben im ganzen gesehen keinen besonders gefährdeten Zutand an. Zu berücksichtigen bleibt allerdings, daß die Lokalstellen mit den inmündungen verschmutzten Wassers nicht in Betracht gezogen wurden.

VI. Verteilung der Amphipoden (Flohkrebse)

Die im Fluß und Mündungsgebiet zu erwartenden Amphipoden sind im llgemeinen bodenlebend und im Plankton nur ausnahmsweise zu erwaren, zumal es sich ausschließlich um Tagesfänge handelt. Trotzdem fanden ich auf der Strecke km 1 - 75 Amphipoden in 169 Fängen, die ausnahmslos ur Gattung *Gammarus* gehören. Der größte Teil war juvenil und nicht zu estimmen, die erwachsenen Tiere gehörten zu *G. zaddachi* SEXTON und *G. alinus* SPOONER[1]).

Im allgemeinen war die Individuenzahl in den Fängen gering; juvenile iere waren je einmal häufig bei km 14, 33, 56, erwachsene *G. zaddachi* je weimal bei km 66 und unterhalb bis km 75.

In der Konstanz des Auftretens der Amphipoden in den Fängen, die in ab. 2 für alle Individuen zusammengefaßt ist, ergibt sich ein ausgesprocheer Sprung zwischen km 37 - 42 (Taf. 3). Dieser ist besonders durch die uvenilen Formen bedingt, er tritt aber schwächer ausgeprägt auch bei den rwachsenen *G. zaddachi* in Erscheinung.

Die Jugendformen dürften überwiegend, wenn nicht ausschließlich, den eiden genannten Arten angehören. Da es sich um Brackwasserarten hanelt, die in Flußmündungsgebieten häufig auftreten, scheint der Sprung in ler Konstanz mit dem Ende des wesentlichen Seewassereinflusses einfach rklärt zu sein. Es bleibt jedoch folgendes zu überlegen. Von vielen Amphioden ist bekannt, daß sie nachts vom Boden in das Plankton aufsteigen. a durch den hohen Sestongehalt im unteren Bereich der Flußstrecke[2]) die indringtiefe des Lichtes nur sehr gering sein kann, könnte auch die geinge oder fehlende Belichtung in der Nähe des Bodens Ursache für das ufsteigen in die durchfischte Wasserschicht sein.

---

[1]) Die Bestimmung beider Arten wurde nach KINNE 1954 verhältnismäßig leicht möglich. Für *G. zaddachi* ist übrigens der „Alte Hafen" in Bremerhaven locus typicus. *G. salinus* wird von SCHRÄDER 1941 nicht erwähnt.

[2]) Siehe p. 10/11 in Bd. 6 der Veröffentlichungen.

Tabelle 2

Konstanz der Amphipoden

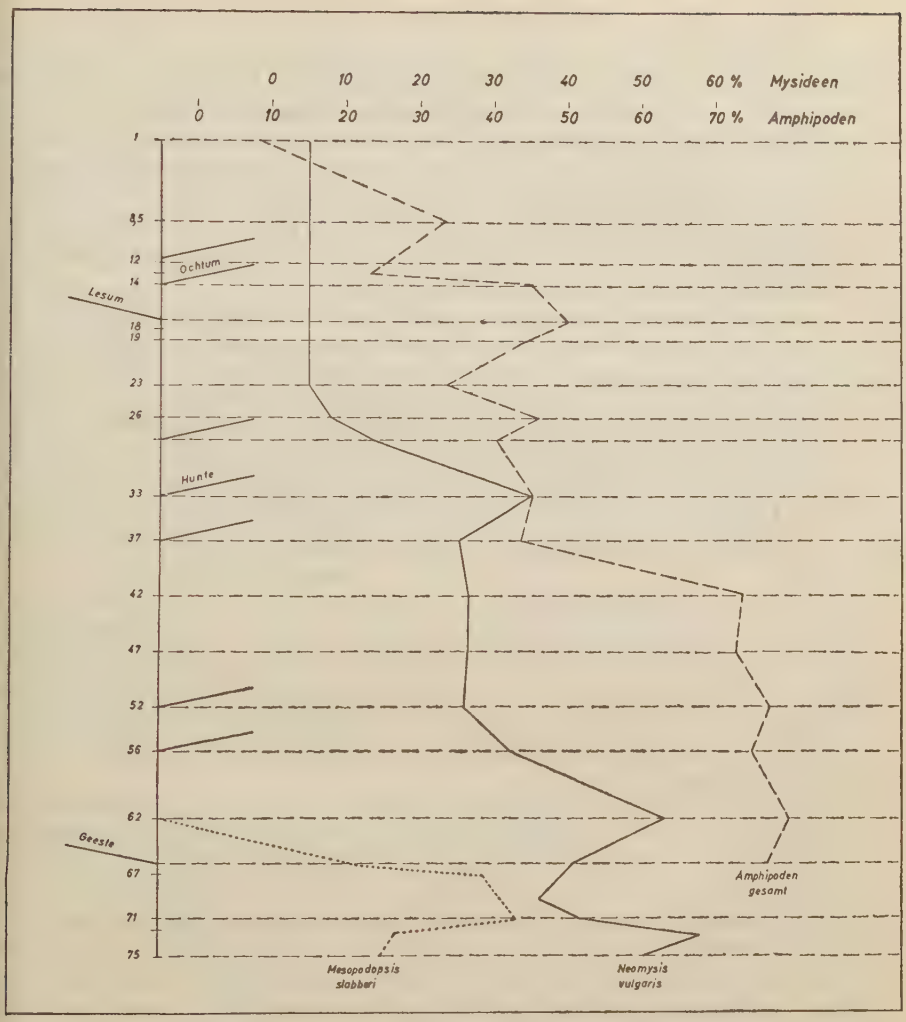
km		km	
1	8,3	37	43,8
8,5	35,7	42	73,1
12	0	47	73,3
13	23	52	77,7
14	45,4	56	75,0
17	50,0	62	76,5
18	16,6	66	77,7
19	43,8	67/68	42,8
23	33,3	70/71	45,4
26	46,1	72	50
28	40,0	75	42,8
33	45,0		

Wenn auch das vorliegende Material keine Entscheidung über die Entstehung der sprunghaften Veränderung in der Konstanz des Auftretens der Amphipoden möglich macht, so ist mit der Tatsache als solcher doch offenbar eine biologische Grenzzone gekennzeichnet. Diese stimmt mit den entsprechenden Erscheinungen bei den Cladoceren, jedoch mit umgekehrten Vorzeichen, gut überein.

Eine Überlappung mit marinen Amphipodenarten wurde im Gebiet km 72/75 beobachtet, wo *Bathyporeia* neben den beiden *Gammarus*-Arten auftrat. Im übrigen wird erst eine Analyse von Bodenfängen, durch die die Tiere in ihrem eigentlichen Lebensraum erfaßt werden können, eine Gliederung des Gesamtgebietes nach der Amphipodenbesiedlung erlauben. Schräder 1941 fand in seinen Dredgefängen 1929 *Bathyporeia pilosa* und *B. pelagica* bis zur Huntemündung, während beide Arten hier in unseren Planktonfängen fehlen. Es dürfte sich dieser Unterschied ziemlich sicher aus der verschiedenartigen Fangtechnik erklären. Schlienz 1922 zeigte für die Unterelbe, wie gut die Amphipoden sich für eine ökologische Gliederung eignen.

VII. Verteilung der Mysidacea

Da die Mysideen wesentlich stärker pelagisch leben als die Amphipoden, war von ihnen noch mehr Aufschluß über die hier gestellte Frage zu erwarten. Der in den 490 ausgesuchten Fängen vertretene Bestand umfaßt fünf Arten, von denen allerdings nur zwei häufiger vertreten waren. Von diesen erreichte *Mesopodopsis slabberi* gerade noch das Gebiet der Unterweser bis km 66 (Taf. 3), um dann weiter flußaufwärts völlig abzubrechen. Die andere, bei weitem häufigere Art war *Neomysis vulgaris*, die weit in die Flußmündungen aufsteigt.



Taf. 3. Verteilung der Amphipoden und der Mysideen (Konstanz des Auftretens).

Klie 1913 erwähnt in seinen Fangprotokollen *Neomysis* zweimal, und zwar von Dedesdorf-Kleinensiel, km 53,5, und vom Wremer Tief, etwa km 79, *Mesopodopsis* dagegen nur einmal von Fedderwarden, etwa in Höhe km 85. Schräder l. c. fand, wie wir, *Neomysis* häufiger bis in den oberen Flußabschnitt, *Mesopodopsis* bis etwa zur Geestemündung. Die drei Befunde ergänzen und bestätigen sich also gegenseitig.

Auf der Flußstrecke km 1 - 23 wurde *Neomysis* an sechs Stationen keir mal, an weiteren drei Stationen insgesamt fünfmal angetroffen; die Kor stanz ihres Auftretens ist in diesem Abschnitt sehr ungleichmäßig m einem Durchschnittswert von 5 %. Flußabwärts steigt dieser Wert auf run 35 %, um sich zwischen km 56 bis 75 auf etwa 55 % zu erhöhen. Seewärt nimmt er dann langsam wieder ab. Die Art zeigt also eine deutliche Gliederun in ihrem Vorkommen, wobei das Maximum in dem Gebiet um die Geeste mündung liegt. Die sprunghafte Änderung in dem Gebiet km 26 bis 3 muß als real angesehen werden. Diese Zone dürfte im wesentlichen da Ende des marinen Salzeinflusses markieren.

Die oben bei den Amphipoden geäußerte Vermutung über einen Einflu der Sestonmenge auf das Auftreten der Tiere in den oberen Wasserschich ten scheint bei *Neomysis vulgaris* eine Bestätigung zu finden. Für all Fänge, in denen die Tiere in größerer Anzahl (über 20 Stück) auftrater geben die Protokolle „viel bis sehr viel Detritus" und die Wägungen hoh bis höchste Werte an. Unter diesem Gesichtspunkt erscheint es fast typisch daß die Art in allen Fängen aus der unteren Hunte mit ihrem hohen Sestor gehalt vorhanden war. Da diese Fänge bei der Berechnung der Konstanz werte für km 33 zugerechnet wurden, ergibt sich die Spitze in der Kurv Tafel 3.

Aus den Unregelmäßigkeiten des Auftretens der Art im oberen Abschnit lassen sich keine Schlußfolgerungen ziehen, da die positiven Fänge z ungleichmäßig verteilt sind. Es ist aber wohl erlaubt zu sagen, daß die Ab wassermündungen des Gebietes sich bis km 26 hin in der großräumige Verteilung der Art nicht auswirken; zu Rückschlüssen auf enger begrenzt Bezirke im unmittelbaren Einflußbereich der Einmündungen ist das Materia nicht ausreichend.

Mesopodopsis slabberi markiert durch ihr abruptes Verschwinden zwi schen km 67 und 72 eine klare Grenzzone. Sie stimmt in dieser Beziehun mit der oben erwähnten Cladocere *Podon leuckarti* überein. Späteren Mit teilungen vorgreifend sei der Vollständigkeit halber erwähnt, daß Chäto gnathen einmal bis km 66, Appendicularien bis km 67 angetroffen wurder weiter seewärts aber häufiger waren. Damit kennzeichnen also vier ver schiedene Tiergruppen diese im mehrjährigen Mittel gefundene Grenz zone im Bereich der Geestemündung, die von marinen Formen so gut wi gar nicht überschritten wird. Da schon Schräder in seinen Aufsammlunge aus dem Jahre 1929 eine solche Grenzzone fand, ergibt sich, daß die seithe vorgenommenen Veränderungen am Flußbett keinen entscheidenden Ein fluß auf die Ausbreitung der marinen Planktontiere hatten.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. H. Friedrich, Institut für Meeresforschung,
Bremerhaven, Am Handelshafen 12

Literaturverzeichnis

Kinne, O., 1954. Die Gammarus-Arten der Kieler Bucht. — Zool. Jb. (Systematik), 82, 405—496.

Klie, W., 1913. Die Copepoda Harpacticoida des Gebietes der Unter- und Außenweser und der Jade. — Schrift. Verein Naturkunde Unterweser, 3, 3 - 48, Geestemünde.

Klie, W., 1914. Die Crustaceenfauna des Alten Hafens zu Bremerhaven. — Intern. Revue ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., Biol. Suppl. 6, 1 - 12.

Klie, W., 1932/33. Neues zur Crustaceen-Fauna Nordwestdeutschlands. — Abh. Naturw. Verein Bremen, 28, 271 - 276.

Liebmann, H., 1951. Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. — München, Verl. R. Oldenbourg, 539 S.

Rammner, W., 1930. Phyllopoda. — Tierw. Nord- u. Ostsee, X, a, 1 - 32.

Remane, A. u. Schlieper, C., 1958. Die Biologie des Brackwassers. — Die Binnengewässer, Bd. 22, Stuttgart, VIII + 348 S.

Schlienz, W. 1922, Verbreitung und Verbreitungsbedingungen der höheren Krebse im Mündungsgebiet der Elbe. — Arch. f. Hydrobiol. 16, 429 - 452.

Sexton, E. W., 1912. Some brackish-water Amphipoda from the mouths of the Weser and the Elbe, and from the Baltic. — Proceed. Zool. Soc. London, 2, 656 - 665.

Thiemann, K., 1934. Das Plankton der Flußmündungen. — Wiss. Ergebn. Dtsche. Atlant. Exped. „Meteor", 12, 1, 199 - 273.

Bemerkungen über die Gattung *Micrura* Ehrenberg 1831 und zur Klassifikation der Heteronemertinen nebst vorläufigem Bestimmungsschlüssel

Von Hermann Friedrich, Bremerhaven

In den letzten Jahren sind mehrere neue Gattungen von Heteronemertinen aus verschiedenen Meeresgebieten beschrieben worden. Die Definition dieser Gattungen ist nicht immer klar erkennbar, und nirgends ist ein Versuch gemacht worden, die Gattungen der Heteronemertini gegeneinander abzugrenzen. Punnett 1901, p. 272, schrieb in seiner Bearbeitung des *Lineus ruber* O. F. M.: „In fact the three genera *Lineus, Cerebratulus* and *Micrura* are exceedingly ill-defined." Wenn überhaupt möglich, ist die Verwirrung in diesen drei „klassischen" Gattungen seither durch Neubeschreibungen noch größer geworden. Es besteht daher m. E. ein unabweisbares Bedürfnis nach einer Übersicht und Charakterisierung der bestehenden Heteronemertinen-Gattungen. Hier wie bei den Hoplonemertinen (vergl. Friedrich 1955) wird eine breite Berücksichtigung anatomischer Merkmale notwendig, da fixiertes Material äußere, in ihrem diagnostischen Wert sowieso zweifelhaft erscheinende Merkmale nicht mehr erkennen läßt. Die Anatomie ist aber in fast allen Fällen sehr unvollständig und ungleichwertig herangezogen worden. Ich begrüßte es daher sehr dankbar, daß mir Herr Dr. Kirsteuer, Wien, nach lebenden Tieren diagnostiziertes Material von *Micrura fasciolata, M. purpurea, M. aurantiaca, Lineus bilineatus* und *Cerebratulus fuscus* überlassen konnte, das nach Betäubung mit Urethan in Bouin fixiert war.[1]) Insbesondere der Vergleich der drei *Micrura*-Arten an Schnittserien ergab die Möglichkeit, solche anatomischen Merkmale zu erkennen, die für die Charakterisierung dieser Gattung herangezogen werden können. Aus weiter unten diskutierten Gründen sehe ich von einer Beschreibung der einzelnen Arten ab und gebe zunächst eine Übersicht der an dem Material eruierten Merkmale.

Zur Gattung *Micrura* Ehrenberg 1831.

Die Gattung *Micrura* wurde von Ehrenberg 1831 mit der Art *M. fasciolata* errichtet. Die wenigen anatomischen Daten, die über die Art vorliegen, verdanken wir im wesentlichen Bürger 1895, sie reichen aber zu einer eindeutigen Diagnose nicht aus. Die der Gattung zugeordneten Arten sind sehr heterogen; so gibt die folgende Tabelle 1 einige vergleichbare Merk-

---

[1]) Ich danke Herrn Dr. Kirsteuer für sein Entgegenkommen an dieser Stelle nochmals sehr herzlich.

Tabelle 1

Heterogenität der von YAMAOKA 1940 genannten *Micrura*-Arten

Art	Rüssel	Rückennerven	Cutis	Dorsoventralmuskulatur	splanchnische Muskulatur
M. alaskensis COE 1901	2 Muskelschichten 2 Kreuze	2	?	?	am hinteren Ende des Oesophagus vorhanden
M. akkeshiensis n. sp.	3 Muskelschichten 2 Kreuze	1	nicht von äLm abgesetzt	vorhanden schwach	nicht erwähnt
M. magna n. sp.	3 Muskelschichten 2 Kreuze	1	von äLm abgesetzt	?	nicht erwähnt
M. bella (STIMPSON) 1857	3 Muskelschichten keine Kreuze	1	?	fehlt	nicht erwähnt
M. uchidai n. sp.	?	1	?	fehlt	nicht erwähnt

male der z. B. von YAMAOKA 1940 angeführten *Micrura*-Arten wieder; andere Merkmale sind nicht für alle Arten angegeben und daher nicht vergleichbar. Aus der Gegenüberstellung, die ein noch heterogeneres Bild zeigen würde, wenn weitere „*Micrura*"-Arten hinzugezogen würden, erweist sich die Unmöglichkeit einer klaren Klassifizierung, zumal bei vielen Beschreibungen nicht ersichtlich wird, ob das in die ursprüngliche Gattungsdiagnose aufgenommene Schwänzchen vorhanden ist oder nicht.

Im Hautmuskelschlauch der drei mir vorliegenden Arten ist die Cutisdrüsenschicht nicht oder nur sehr unvollkommen gegen die äußere Längsmuskelschicht abgesetzt, eine Bindegewebsschicht fehlt. Die beiden inneren Muskelschichten sind wesentlich schwächer als die äußere Längsmuskulatur, Diagonalmuskulatur fehlt ebenso wie dorsoventrale Muskulatur zwischen den Darmtaschen. Zentrale Längsmuskulatur zwischen Rhynchocoel und Vorderdarm konnte ebenfalls nicht beobachtet werden. Subepithelial sind Ring- und Längsmuskelfasern gering ausgebildet. Das Epithel ist durch großen Reichtum an Flaschendrüsenzellen ausgezeichnet.

Die Kopfspalten sind recht einheitlich gestaltet. In allen Fällen erweitern sie sich in ihrem hinteren Teil buchtartig nach innen (BÜRGER 1895 spricht bei einigen Arten von zipfelförmiger Erweiterung), und zwar derart, daß diese Erweiterung je eine dorsale und ventrale Seitenbucht aufweist. Diese Seitenbuchten setzen sich teilweise noch tütenartig in die Längsmuskulatur fort und nehmen offenbar, soweit das Material dies erkennen ließ, die Einmündung extracerebral gelegener Drüsen auf. Vom median gelegenen Grunde der buchtartigen Erweiterung geht der Cerebralkanal waagerecht nach innen ins Cerebralorgan, und zwar beginnt er in den meisten Fällen auf einer kurzen röhrenförmigen Erhebung. In allen

Fällen waren die Kopfspalten über die Erweiterung hinaus zu verfolgen und verstrichen erst in Höhe der vollentwickelten Cerebralorgane, in einem Falle sogar erst hinter diesen in Höhe der Mundöffnung, wie Bürger es Fig. 2, Taf. 22, 1895, von *M. dellechiajei* zeichnet.

Allgemein sind die Cerebralorgane groß und erstrecken sich verhältnismäßig weit nach hinten bis etwa in die Höhe des Mundvorderrandes, bei einem Tier reichte ihr Hinterende bis in die Vorderdarmregion.

In der Kopfspitze ist einheitlich ein geschlossener Zentralzylinder vorhanden, von dem im allgemeinen nur wenige Radialfasern ausstrahlen, Kopfdrüsen sind unterschiedlich ausgebildet, selbst innerhalb der Arten scheinen Differenzen vorzukommen, doch beruhen diese möglicherweise auf verschiedener Färbbarkeit in verschiedenen Funktionszuständen. Unklar bleibt die Anordnung der Gefäße sowohl in der Kopfspitze als in der Hirnregion, da sie offenbar durch Kontraktion der Muskulatur zusammengedrückt sind. Einheitlich festgestellt wurde von der mittleren Hirnregion an ein kräftiges Mediangefäß. Neben den Cerebralorganen treten von ihrem mittleren Teil an spaltförmige Hohlräume auf, die die Seitengefäße darstellen dürften; sie erweitern sich gegen das Ende der Cerebralorgane zunehmend und stellen dann große, seitlich neben dem Rhynchocoelom gelegene Hohlräume dar, die mit dem Mediangefäß kommunizieren. Ein Oesophagealplexus wurde nicht beobachtet, doch dürfte auch das eine Folge von Kontraktionen sein.

Im Dorsalganglion ist distal eine Gabelung in dorsalen und ventralen Faserkernzipfel vorhanden. Die Länge des dorsalen Zipfels variiert; selbst innerhalb der zu einer Art gerechneten Tiere endet er teils vor Beginn der Cerebralorgane, teils erstreckt er sich, diesen aufliegend, ziemlich weit nach hinten. Vor der Gabelung des distalen Endes ist der Querschnitt des dorsalen Faserkernes einheitlich, rundlich, ohne eine lobenartige dorsale Erweiterung, wie sie bei anderen Formtypen ausgebildet ist. Neurochordzellen und Neurochorde fehlen.

Das Gehirn ist nicht gegen die äußere Längsmuskulatur abgegrenzt, so daß Ganglienzellbelag und Muskelfasern unmittelbar aneinandergrenzen. Die im hinteren Teil der Hirnregion dorsal beginnende Ringmuskulatur schließt sich bei einem Teil der Tiere noch vor der Mundbucht vollständig, wenn auch der ventrale Teil nur schwach ausgebildet ist, bei anderen Tieren bleibt sie ventral zunächst unvollständig und schließt sich erst hinter der Mundregion. Im ersten Fall wird sie durch die Mundbucht unterbrochen. Während sich im allgemeinen der dorsale Teil der Ringmuskulatur zwischen dorsalen Zipfel des Dorsalfaserkerns und Cerebralorgan einschiebt, sofern der Zipfel so weit nach hinten reicht, wird bei einem Tier dieser Zipfel in die Ringmuskulatur eingeschlossen. Bürger (l. c.) bildet gleiche Anordnung in einem Querschnitt von *Micrura dellechiajei* ab.

Auffällig einfach, vor allem im Vergleich zu *Cerebratulus* und einigen anderen Formen, ist die Organisation in dem Bereich zwischen Hinterende

des Gehirns und Beginn des Mundes. In keinem Falle konnte hier die Ausbildung von dorsoventral oder horizontal angeordneten Muskelzügen beobachtet werden. Einstweilen muß die Frage offen bleiben, ob darin eine Korrelation zu der geringen Entwicklung der innerhalb der äußeren Längsmuskulatur gelegenen Teile des Hautmuskelschlauches zu sehen ist.

Der Darmkanal ist ein gerades Rohr ohne unpaare Blindsackanhänge. Splanchnische Muskulatur in der Vorderdarmregion wurde nicht festgestellt. Am Mitteldarm sind Taschen geringer Tiefe vorhanden

Das Rhynchocoel erstreckt sich weit in die hintere Körperhälfte bzw. erreicht das Hinterende. Seine Wand ist im ganzen Verlauf schwach und normal gebaut mit getrennter Ring- und Längsmuskelfaserschicht und unabhängig von der Körpermuskulatur. Der Rüssel ist nicht sehr kräftig und weist unterschiedlichen Bau auf, da teils nur zwei Muskelschichten vorhanden sind, teils als dritte Schicht äußere Längsmuskelfasern (bei evertiertem Rüssel) beobachtet werden konnten. Faserkreuze sind wenig deutlich ausgebildet, teils konnte nur eins, teils aber zwei beobachtet werden.

Diskussion

Die mir vorliegenden Tiere wurden von Dr. Kirsteuer nach ihren äußeren Merkmalen, also wohl hauptsächlich nach Habitus und Färbung, bestimmt. Die Analyse der Schnittserien ergab nun innerhalb der so festgelegten Arten Unterschiede, die sich z. B. auf den Bau des Rüssels, Ausbildungsgrad des dorsalen Faserkernzipfels im Gehirn, Lagebeziehung von Mund und Cerebralorgan, Größe des Mundes, Ausbildung der Kopfdrüse, Verlängerung der Kopfspalten über die buchtartige Erweiterung hinaus, Ausbildungsgrad des Cerebralseptums beziehen. Gleichartige, zumindest außerordentlich ähnliche Ausbildung der Merkmale und ihre Kombination findet sich bei Tieren, die hier verschiedenen Arten zugeordnet sind. Dabei ist zu bemerken, daß diese Merkmalsunterschiede wohl kaum durch verschiedene Kontraktionszustände bedingt sein können.

Damit ist folgendes Problem gestellt: Liegen diese anatomischen Differenzen innerhalb der artspezifischen Variabilität oder sind sie Kennzeichnungen für verschiedene Arten? Im ersten Falle wäre daraus zu folgern, daß nach den anatomisch feststellbaren Merkmalen eine Differenzierung verschiedener Arten unmöglich wäre, daß Habitus und Färbung die entscheidenden Kriterien für die Speciescharakterisierung wären. Da einerseits über die Konstanz dieser äußeren Merkmale nicht genügend Unterlagen vorhanden sind, Bürger 1895 p. 646 aber andererseits z. B. für *M. dellechiajei* eine ganze Anzahl von Farbvarietäten nennt, kann die Verläßlichkeit dieser Merkmale nicht allzu hoch veranschlagt werden. So ergäbe sich die Schlußfolgerung, daß es sich nicht um verschiedene Arten handelt, sondern um Angehörige einer Großart mit sehr breiter Variabilität äußerer und anatomischer Merkmale.

Schreibt man aber den anatomischen Differenzen artcharakterisierende Bedeutung zu, so müßten die drei mir vorliegenden Arten in eine Anzahl neuer aufgelöst werden. Dazu aber reichen unsere Kenntnisse bei weitem nicht aus. Es bleibt daher nur die Möglichkeit, aus dem vorhandenen Material das einheitlich Übereinstimmende herauszukristallisieren, um wenigstens zu einer anatomisch begründeten Gattungsdiagnose zu kommen und die Frage der artspezifischen Differenzierung zurückzustellen, bis an einem umfangreichen Material Wertigkeit und Gewicht der anatomischen Unterschiede sichergestellt sind. An gemeinsamen anatomischen Merkmalen der mir vorliegenden Tiere ergab sich folgendes:

Kopfspalten in ihrem hinteren Teil buchtartig erweitert, vom Grunde der Bucht geht der Cerebralkanal aus;

Cutisdrüsenschicht nicht oder unvollständig gegen die äußere Längsmuskulatur abgesetzt;

im Hautmuskelschlauch ist die äußere Längsmuskelschicht bei weitem am kräftigsten; Diagonal-, Dorsoventral- und zentrale Längsmuskulatur fehlen, im Bereich zwischen hinterem Hirnabschnitt und Mundöffnung keine Dorsoventral- und Horizontalmuskulatur;

subepitheliale Ring- und Längsmuskelfasern vorhanden;

im Gehirn keine Neurochordzellen; der dorsale Faserkern distal gegabelt;

Ganglienzellbelag des Gehirns nicht durch Bindegewebe gegen die umgebende Muskulatur abgegrenzt;

Cerebralorgane groß und vom mittleren Abschnitt an vom erweiterten Seitengefäß umgeben, meist der medianen Wand anliegend; ragen über die Ventralganglien hinaus nach hinten;

Rhynchocoelwand normal mit selbständigen Muskelschichten;

Darmkanal gerade, ohne Blindsäcke, ohne splanchnische Muskulatur, mit wenig tiefen Taschen am Mitteldarm.

Ehrenberg 1831 begründete die Gattung mit der Art *M. fasciolata*. Da sich diese nach den gegebenen Bestimmungsmöglichkeiten in dem vorliegenden Material befand und die bisher bekannten anatomischen Daten mit den hier genannten übereinstimmen, schlage ich vor, die Gattung *Micrura* Ehrenberg künftig diesen genannten Merkmalen entsprechend zu begrenzen und nur solche Tiere als der Gattung zugehörig zu betrachten, bei denen sichere und ausreichende Kenntnis ihres anatomischen Baues vorliegt. Das würde gleichzeitig bedeuten, daß viele der bisher genannten Arten als zweifelhafte Angehörige dieser Gattung zu betrachten wären. Da aber daran gelegen sein muß, endlich zu eindeutigen Gattungsdiagnosen der Heteronemertinen zu kommen, sollte diese sowieso bestehende Unsicherheit in Kauf genommen werden. Sie kann natürlich nur durch weitere Untersuchungen behoben werden.

Es mag überraschen, daß bei der Gattungsdiagnose das Vorhandensein eines Schwänzchens nicht berücksichtigt wird. Besonders an konserviertem

Material fehlt ein Anhang häufig oder stellt sich an Schnittserien als nicht vergleichbare Bildung dar. Ich halte ihn daher nicht für ein ausreichend sicheres Kennzeichen. Weiterhin fehlt in den diagnostischen Merkmalen eine Berücksichtigung des Rüsselbaues, während Bürger 1897-1907, p. 455, ausdrücklich drei Muskelschichten und zwei Faserkreuze angibt. Ich wies oben darauf hin, daß der Rüssel bei den mir vorliegenden Tieren sehr verschieden gestaltet ist, verweise auch auf die oben gegebene Tabelle und vermerke, daß gerade die mir als *M. fasciolata* vorliegenden Tiere nur zwei deutliche Muskelschichten und ein Faserkreuz aufweisen. Außerdem ist bekannt, daß der Rüssel abschnittsweise verschieden gebaut ist, ohne daß diese Abschnitte anderweitig kenntlich wären, so daß viele Aussagen über den Rüsselbau mit Vorsicht aufzunehmen sind. Als praktische Schwierigkeit kommt hinzu, daß der Rüssel vielfach fehlt, vor allem bei konserviertem Material. Würde also eine Gattung mit durch den Bau des Rüssels begründet, so wäre häufig eine Entscheidung unmöglich gemacht. M. E. sollte daher aus Zweckmäßigkeitsgründen der Bau des Rüssels, zunächst wenigstens, unberücksichtigt bleiben, obwohl ich der Auffassung bin, daß ihm in einem System der Heteronemertinen bei Berücksichtigung entwicklungsgeschichtlicher Gesichtspunkte größere Bedeutung zukommt.

Es scheint mir zweckmäßig zu sein, nach den aus der Literatur vorliegenden und aus eigener Anschauung bekannten Daten einmal die anatomischen Merkmale zusammenzustellen, die Möglichkeiten zur Charakterisierung von Heteronemertinen bieten. Dabei ist keine Diskussion im einzelnen beabsichtigt, und noch ist nicht zu entscheiden, für welche systematischen Kategorien die verschiedenen Merkmalsgruppen wichtig sein werden. Vor allem ist zu bemerken, daß nur wenige Anhaltspunkte dafür vorliegen, ob Unterschiede bei Einzelmerkmalen in den Rahmen artspezifischer Variationen fallen oder als konstante Speciesunterschiede aufgefaßt werden müssen. Mit der gewählten Reihenfolge ist keine Wertung der Merkmale gegeneinander beabsichtigt.

1. Kopfspalten vorhanden oder fehlend;
2. Ausbildung der Kopfspalten und ihre Beziehung zum Cerebralkanal;
3. dorsale und ventrale Kopffurchen vorhanden oder fehlend;
4. im Hautmuskelschlauch:
   a) quantitative Unterschiede in der Ausbildung der Schichten, wobei sorgfältig auf Einflüsse der Kontraktion zu achten ist;
   b) subepitheliale Ring- und Längsmuskeln vorhanden oder fehlend;
   c) Cutisdrüsen in die Längsmuskulatur eingesenkt oder von ihr durch eine deutliche Bindegewebsschicht getrennt;
   d) Diagonalmuskulatur vorhanden oder fehlend;
   e) Dorsoventralmuskulatur zwischen den Darmtaschen vorhanden oder fehlend;
   f) in der Postcerebral- und Oesophagealregion ist eine mehr oder minder komplizierte Horizontal- und Dorsoventralmuskulatur vorhanden oder sie fehlt;

g) zwischen Rhynchocoel und Vorderdarm verläuft eine zentrale Längsmuskulatur oder sie fehlt;
h) Ausbildung der Muskelschichten in der präcerebralen Region sowie im Hirnabschnitt;
i) zwischen Ringmuskulatur des Hautmuskelschlauches und der der Rhynchocoelwand sind Faserkreuze ausgebildet, bisweilen in der Art eines dorsalen „Mesenteriums";

5. im Zentralnervensystem:
   a) der Ganglienzellbelag des Gehirns ist gegen die Längsmuskulatur durch Bindegewebe abgegrenzt oder steht mit ihr in direkter Berührung;
   b) Neurochordzellen und Neurochorde sind vorhanden oder fehlen; dieses Merkmal bedarf allerdings weiterer eingehender Untersuchungen, da z. B. bei den Polychaeten erhebliche Unterschiede in der Ausbildung der Neurochorde, auch innerhalb einzelner Gattungen, bestehen;
   c) Faserkern der Dorsalganglien ganz einheitlich oder nur distal oder proximal und distal in zwei Zipfel gegabelt;
   d) Ventralganglien mit akzessorischen Kommissuren oder ohne solche;
   e) Oesophagealnerven mit oder ohne Kommissuren;
   f) Oesophagealnerven bilden einen Schlundring, indem sie sich hinter dem Munde vereinigen, oder sie enden blind an den Seiten des Schlundes;
   g) es sind ein oder zwei deutlich vom Nervenplexus gesonderte Dorsalnerven vorhanden;
   h) Seitennerven mit dorsaler oder ventraler Analkommissur.
6. am Darmkanal:
   a) mit mehr oder minder ausgedehnter splanchnischer Muskulatur am Vorderdarm oder ohne solche;
   b) Mitteldarm mit kurzem, nach vorn gerichteten Blindsack nach Art der Hoplonemertinen oder ohne einen solchen;
7. Blutgefäßsystem:
   a) Kopfgefäße bilden eine Lakune oder eine Schlinge oder sind netzartig geordnet;
   b) vom Oesophagealplexus gehen zwei oder vier Blutgefäße nach hinten, von denen das akzessorische Paar ventral vom Mitteldarm verläuft;
   c) Einzelheiten der Gefäßanordnung in der hinteren Cerebralregion;
8. die Wand des Rhynchocoels besteht aus getrennter Ring- und Längsmuskulatur, die unabhängig von der umgebenden Längsmuskulatur bleibt oder mit dieser durchflochten ist;
9. im Bau des mittleren Rüsselabschnittes sind verschiedene Typen zu unterscheiden:
   a) mit oder ohne Faserkreuze;
   b) mit zwei oder drei Muskelschichten, deren Orientierung einheitlich nach ihrer Lage am evertierten Rüssel gekennzeichnet werden sollte;
10. entgegen der allgemein verbreiteten Situation sind bei einigen Formen die Cerebralorgane nicht mit dem Gehirn bzw. mit den Dorsalganglien verbunden, sondern bleiben von ihnen getrennt; außerdem müßte der Bau der Cerebralorgane vergleichend untersucht werden.
11. Zwittrigkeit, Getrenntgeschlechtlichkeit, Viviparie kommen vor; sie dürften wohl für Artdiagnosen bedeutungsvoll sein. Einzelheiten über Bau und Anordnung der Gonaden sind noch wenig bekannt.
12. Die Lage des Rhynchoporus terminal oder ventral dem Munde mehr oder weniger genähert.
13. Feinbau der Nephridien sowie Zahl und Anordnung der Exkretionsporen, über die noch wenig vergleichendes Material vorliegt.

Versuch zu einem vorläufigen Bestimmungsschlüssel der Heteronemertinen auf anatomischer Grundlage.

Nach dem Vorhergehenden ist es verständlich, daß einem Versuch zur Aufstellung eines Bestimmungsschlüssels auf anatomischer Grundlage große Schwierigkeiten entgegenstehen. Trotzdem muß m. E. der Versuch gewagt werden, da mir ein solcher als unentbehrliches Handwerkszeug für die Bearbeitung der Heteronemertinen überhaupt erscheint. Er kann nur vorläufigen Charakter haben, und ich bin für jede Verbesserung oder Anregung sehr dankbar. Mit der Aufstellung des Schlüssels verbinde ich keine evolutionistischen Vorstellungen hinsichtlich einer Systematik; diese kann erst viel später erarbeitet werden.

In den Schlüssel ist der von Isler 1900 beschriebene *Lineus ramosus* aus Samoa als *Pseudolineus n. gen.* aufgenommen. Bereits Isler hielt eine neue Gattung für gerechtfertigt; obwohl der Rüssel unbekannt ist, trenne ich die Art aus der Gattung *Lineus* ab.

Für die neue Gattung gelten folgende Merkmale: Kopfspalten vorhanden, enden vor den Cerebralorganen, mit diesen durch einen subepithelialen Kanal verbunden; Dorsalganglien vorn und hinten in je zwei nebeneinander liegende Zipfel ungleicher Größe geteilt; Seitennerven biegen vor den Cerebralorganen plötzlich seitwärts in ihre Lage ein; das unpaare Schlundgefäß steht am hinteren Ende durch zwei direkt seitlich aufsteigende Äste mit den beiden Seitengefäßen in Verbindung.

1. Ohne waagerechte Kopfspalten, bei einigen Formen längsverlaufende Schlitze an der Unterseite des Kopfes 2
— Mit waagerechten Kopfspalten in verschiedener Ausdehnung . . 10
2. Meist mit Schlitzen an der Unterseite des Kopfes, die von vorn unten nach hinten oben aufsteigen; Cutisdrüsen durch starke Bindegewebsschichten von äLm[1]) getrennt, Rhynchocoel kurz; Rüsselöffnung terminal-subterminal; Rüssel mit äLm und iRm; Cerebralorgane groß, eng mit Gehirn verbunden, Kopfdrüsen sehr lang . . . . . *Baseodiscus* Diesing 1850
— Ohne ventrale Schlitze am Kopf, höchstens mit Furchen, die denen der Hoplonemertini entsprechen, anatomische Merkmale anders 3
3. Rüsselöffnung ventral, etwa in der Mitte zwischen Kopfspitze und Mund; Cerebralorgane sehr klein, deutlich vom Dorsalganglion gesondert; Darmkanal an der Grenze von Vorder- zu Mitteldarm stark eingeschnürt; Rüssel im Mittelabschnitt mit drei Muskelschichten, ohne Faserkreuze; mit Schwänzchen . . . . . *Valencinura* Bergendal 1902

---

[1]) Abkürzungen: iLm, äLm = innere und äußere Längsmuskulatur
Rm = Ringmuskulatur

— Rüsselöffnung wie vorige; Cerebralorgane groß, mit hinterem Abschnitt des Dorsalganglions verbunden; Cutis ohne Bindegewebe, ganz von Drüsen erfüllt; Rüssel mit einer starken Lm-Schicht und je einer schwachen Lm- und Rm-Schicht, (Faserkreuze?); im Kopf eine von Gewebsbalken durchsetzte Lakune . . . . . *Oxypolella* Bergendal 1902

— Rüsselöffnung ventral, dicht vor dem Gehirn; Cerebralorgane groß, den Dorsalganglien hinten angelagert, Cutisdrüsen nicht von äLm getrennt; Rüssel mit äLm und iRm, ohne Faserkreuze; keine Diagonalmuskelschicht; im Kopf Kapillarnetz (Blutgefäßanastomosen) . . . . . *Valencinia* Quatrefages 1846 (*Joubinia* Bürger 1904)

— Rüsselöffnung subterminal oder terminal, nicht soweit nach hinten verlagert wie bei den vorigen; anatomischer Bau anders . . 4

4. Mit dorsaler und ventraler medianer Kopffurche, mit Kopffurchen nach Art der Hoplonemertini; Seitennerven in oder innerhalb der Ringmuskulatur (?) . . *Poliopsis* Joubin 1890

— ohne dorsale und ventrale Furchen am Kopf 5

5. Cerebralorgane klein, getrennt vom Gehirn 6

— Cerebralorgane größer, dem Gehirn dicht angelagert 7

6. Kopfdrüsen sehr stark entwickelt; Cutis mit gallertiger Bindegewebsschicht; mit zwei Rückennerven, der obere im Bereich des Vorderdarmes zwischen Cutis und äLm, vereinigt sich dann mit dem unteren, normal gelagerten; Nephridien in vorderer Hälfte der Vorderdarmregion, mit zahlreichen Ausführgängen; Rüssel mit drei Muskelschichten . . *Oxypolia* Punnett 1901

— Kopfdrüsen nicht auffällig stark entwickelt; Cutisdrüsen in äLm eingebettet ohne trennendes Bindegewebe; (ein Rückennerv?) Nephridien fast in ganzer Vorderdarmregion, mit einem Ausführgang; Rüssel vorn mit drei, in der Mitte mit zwei Muskelschichten, ohne Faserkreuze . . . . *Parapolia* Coe 1895

7. Rhynchocoel nur $^1/_5$ der Körperlänge; Cutisdrüsen nicht von äLm getrennt; Rüssel mit zwei Muskelschichten, ein Faserkreuz deutlich, das zweite sehr schwach; (im Süßwasser bei Buitenzorg gefunden) . . . . . *Planolineus* Beauchamp 1928

— Anatomische Merkmale anders; nicht im Süßwasser gefunden . . 8

8. Mund beginnt unter dem Gehirn; mit subepithelialer Ring- und Längsmuskelschicht; Cutis durch Bindegewebe gegen äLm abgegrenzt; Dorsalganglion distal nicht gegabelt; Cerebralorgane groß, liegen den Dorsalganglien seitlich an; Rüssel mit äRm und iLm ohne Faserkreuze; Kopfdrüsen sehr lang; Pylorus mit splanchnischer Ringmuskelschicht *Cephalomastax* Iwata 1957

— Mund hinter dem Gehirn; Cerebralorgane anders 9

9. Ohne Schwänzchen; keine Dorsoventralmuskulatur, keine innere Ringmuskulatur in Vorderdarmregion; Rüssel mit äRm und iLm, schwache Faserkreuze . . . . . *Paralineus* Schütz 1912
— Mit Schwänzchen; mit einem Paar Seitenorganen; hinterer Abschnitt der Vorderdarmregion mit unvollständiger innerer Ringmuskelschicht um Rhynchocoel und Vorderdarm; Cutis nicht gegen äLm abgesetzt; Cerebralorgane groß, in besonderen Ausstülpungen der Seitengefäße . . *Zygeupolia* Thompson 1900
10. Rüssel ein einfacher unverzweigter Schlauch 11
— Rüssel dichotom verzweigt mit zahlreichen (32-64) Zweigen, deren jeder einzeln ausgestülpt werden kann . . . . . *Gorgonorhynchus* Dakin u. Fordham 1931
11. Ringmuskulatur der Rhynchocoelwand wenigstens teilweise mit der benachbarten Körperlängsmuskulatur durchflochten . . . 12
— Rhynchocoelwand getrennt von der Körpermuskulatur 13
12. Rüsselmuskulatur zweischichtig (Rm + iLm), Dorsoventralmuskulatur in der Mitteldarmregion fehlt . . . . . *Micrurinella* Friedrich in Lit.
— dreischichtige Rüsselmuskulatur (iLm, Rm, äLm), Dorsoventralmuskulatur vorhanden . . . . *Micrurides* Friedrich in Lit.
13. Rhynchocoel im vorderen Abschnitt der Vorderdarmregion mit einigen wenig tiefen Seitentaschen; ein Paar Seitenorgane im hinteren Abschnitt der Vorderdarmregion; Nephridien kurz; Rüssel mit zwei Muskelschichten und zwei Faserkreuzen; ohne Neurochorde; mit Schwänzchen . . . *Micrella* Punnett 1901
— Ohne Seitentaschen am Rhynchocoel 14
14. Mit Neurochordzellen im Gehirn und Neurochorden in den Seitenstämmen 15
— Ohne Neurochordzellen und Neurochorde 17
15. Seitenränder des Körpers zur Dorsalseite aufgefaltet, so daß eine Rückenrinne entsteht; Cutisdrüsen nicht von äLm getrennt; ohne Diagonal-, mit sehr starker Dorsoventralmuskulatur; mit Schwänzchen . . . . . *Diplopleura* Stimpson 1857 (*Langia* Hubrecht 1879)
— Seitenränder nicht zu dorsalen Längsfalten aufgebogen 16
16. Mit Schwänzchen; Mitteldarm mit sehr tiefen Seitentaschen; kräftige Dorsoventralmuskulatur; meist große Tiere, Seitenränder zugeschärft; Rüssel mit äLm, Rm, iLm und zwei Faserkreuzen; Cutis gegen äLm abgesetzt; Diagonalmuskelschicht vorhanden . . . . . *Cerebratulus* Renier 1804
— Mit Schwänzchen; Cutis nicht durch Bindegewebe gegen äLm abgesetzt; Rüssel mit äRm und iLm und einem Faserkreuz; ohne Diagonalmuskelschicht . . . . . *Flaminga* Corrêa 1958
— Ohne Schwänzchen; Mitteldarm ohne Seitentaschen; Kopf mit

dorsaler und ventraler Medianfurche; Rüssel mit äRm und iLm und zwei gut entwickelten Faserkreuzen . . . . . *Pussylineus* Corrêa 1956

17. Faserkern der Dorsalganglien vorn und hinten einfach, ungegabelt; keine zentrale Längsmuskulatur zwischen Rhynchocoel und Vorderdarm; keine Diagonalmuskelschicht; Rüssel mit drei Muskelschichten (äLm, Rm, iLm) und einem Faserkreuz; Cutisdrüsen in äLm eingesenkt . . . *Micrurina* St. Wijnhoff 1942

— Faserkern der Dorsalganglien vorn und hinten gegabelt; Seitennerven biegen vor den Cerebralorganen seitwärts; Cutisdrüsen durch sehr starke Bindegewebsschicht gegen äLm abgegrenzt; unpaarer Schlundgefäßstamm ist nicht in zwei nebeneinander laufende Äste geteilt, sondern am Ende durch zwei direkt seitlich aufsteigende Äste mit den Seitengefäßen in Verbindung . . . . . *Pseudolineus* n. gen.

— Faserkern der Dorsalganglien nur hinten in dorsalen und ventralen Zipfel gegabelt 18

18. Vorderdarm mit eigener splanchnischer Muskulatur 19

— Vorderdarm ohne eigene splanchnische Muskulatur 22

19. Mitteldarm mit kurzem Blindsack nach vorn über die Einmündung des Pylorus (nach Art der Hoplonemertinen); Vorderdarm mit unvollständiger splanchnischer Rm; Cutis nicht von der äLm abgesetzt; Rüssel mit äRm, iLm und zwei Faserkreuzen . . . . . *Lineopsis* Friedrich 1958

— Mitteldarm ohne nach vorn gerichteten Blindsack, oder, falls solche Bildung vorhanden, mit anderen anatomischen Merkmalen . 20

20. Splanchnische Muskulatur um den Vorderdarm eine Längsmuskulatur; Rüssel mit äRm, iLm, zwei Faserkreuzen; Cutis gegen äLm nicht abgesetzt . . . . *Siolineus* Du Bois Raymond 1949

— Splanchnische Muskulatur, um den Vorderdarm eine dünne Längs- und Ringmuskelschicht; Cutis gegen äLm nicht abgesetzt; Diagonalmuskelschicht fehlt, Dorsoventralmuskulatur vorhanden; Kopf mit einheitlicher Blutlakune vor dem Cerebralseptum; mit Horizontalmuskulatur zwischen Rhynchocoel und Mundbucht . . . . . *Heterolineus* Friedrich 1935

— Splanchnische Muskulatur, wenn vorhanden, als Ringmuskulatur um den Vorderdarm; Kopfspalten kurz, setzen sich in intramuskulärem Kanal zum Cerebralorgan fort; Cutis gegen äLm durch Bindegewebe abgesetzt 21

21. Dicke plumpe Formen, ziehen sich schneckenartig zusammen; Rüssel mit Rm und iLm; Mediangefäß bildet postcerebral mit den Seitengefäßen große Lakune . . *Euborlasia* Vaillant 1890

— Weniger plump; Rüssel mit drei Muskelschichten und einem oder zwei Faserkernen; Mediangefäß postcerebral geteilt, jeder

Ast in Verbindung mit dem gleichseitigen Seitengefäß . . . . . *Parborlasia* Friedrich in Lit.

22. Cutisdrüsenschicht sehr stark, scharf, aber ohne Bindegewebslage gegen äLm abgesetzt; Kopfspitze mit drei Blutgefäßen, bilden vor dem Präcerebralseptum ein Ringgefäß, im Gehirnring dorsale und ventrale Anastomose, von der dorsalen geht ein unpaares, dorsal vom Rhynchocoel verlaufendes Gefäß aus, das sich in die beiden Seitengefäße gabelt, an der ventralen Anastomose haben Rücken- und Schlundgefäße ihren Ursprung; zwischen Rhynchocoel und Schlund eine Horizontalmuskelplatte, die mit der Ringmuskelschicht der Rhynchocoelwand Faserkreuz bildet; Diagonalschicht fehlt; Rüssel unbekannt . . . . . *Cerebratulides* St. Wijnhoff 1942

— Diese anatomischen Merkmale treffen nicht zusammen 23

23. Rüssel mit äLm, Rm, iLm, ohne Faserkreuze; Cutis von äLm durch Bindegewebsschicht getrennt; Dorsoventralmuskulatur vorhanden, Diagonalschicht fehlt; innerhalb der Hirnregion bilden Blutgefäße eine ringförmige Anastomose um das Rhynchocoel; keine Verbindung zwischen Rm des Hautmuskelschlauches und des Rhynchocoels; Kopfdrüse umfangreich; dreiteiliges Frontalorgan vorhanden; kein Schwänzchen . . . . . *Evelineus* Corrêa 1955

— Diese Merkmale treffen nicht zusammen 24

24. Kopfspalten hinten mit buchtartiger Erweiterung, von deren Grund der Cerebralkanal ausgeht; äLm des Hautmuskelschlauches viel kräftiger als Rm und iLm; keine Dorsoventral- und Diagonalmuskulatur; keine postcerebrale oder präoesophageale Dorsoventral- und Horizontalmuskulatur; Taschen des Mitteldarmes wenig tief. Ganglienzellbelag des Gehirns nicht durch Bindegewebe gegen äLm abgegrenzt . *Micrura* Ehrenberg 1831

— diese Merkmale treffen nicht zusammen . *Lineus* Sowerby 1806

[Eine eindeutige Diagnose dieser Gattung ist z. Z. noch nicht möglich, da die Angaben unvollständig und widerspruchsvoll sind. Von den seit langem benannten *Lineus*-Arten wurde als eine der ersten *L. ruber* (O. F. M.) anatomisch näher bekannt. Sie wird meist als Synonym zu *Lineus gesserensis* (O. F. M.) betrachtet. *L. ruber* wurde von McIntosh 1873 und Friedrich 1935, *L. gesserensis* von Punnett 1901 näher untersucht. Auch hier ergibt die Gegenüberstellung, daß die synonym betrachteten und daher zu einer Art gerechneten Tiere keinesfalls zur gleichen Art, m. E. auch nicht zur gleichen Gattung, gehört haben (s. Tab. 2).

Es ist daher dringend erwünscht, durch Überarbeitung möglichst zahlreicher Formen zu einer Klarheit über diese Sammelgattung zu kommen.]

Tabelle 2

Lineus ruber (O. F. M.) 1774 [? = *L. gesserensis* (O. F. M.) 1780]

Autor	Dorsoventral-Muskulatur	Rüssel	Cutis	Gefäße in Kopfspitze
McIntosh 1873 T. 18, fig. 7-9 Friedrich 1935	fehlt	2 Muskelschichten 2 Faserkreuze	nicht durch Bindegewebe gegen äLm abgesetzt	zentrale Blutlakune
Punnett 1901	vorhanden	3 Muskelschichten 2 Faserkreuze	nicht gegen äLm abgesetzt	2 Gefäße bilden vorn eine Schlinge

Dieser Bestimmungsschlüssel stellt, wie gesagt, einen Versuch dar, der einerseits durch die praktische Erfahrung, andererseits durch Berücksichtigung weiterer als wesentlich erkannter Merkmale auszubauen und abzuändern sein wird. Für entsprechende Mitteilungen werde ich stets dankbar sein.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. H. Friedrich, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven,
Am Handelshafen 12

Literaturverzeichnis

Beauchamp, P. de. 1928. Une Hétéronémertes d'eau douce à Buitenzorg. Bull. de la Soc. zool. de France, Bd. 53.

Bergendal, D. 1902. Studien über Nemertinen. II. *Valencinura Balinsiensis Bgdl.*, ein Beitrag zur Anatomie und Systematik der Heteronemertinen. — Lunds Universitets Arsskrift Bd. 38 Afd. 2.

Bergendal, D. 1903. Bemerkungen über einige Angaben, den Bau des Kopfes der Heteronemertinen betreffend. — Zool. Anz. Bd. 26.

Böhmig, L. 1929. Nemertini. — Handb. d. Zool. Bd. 2, 1. Hälfte, p. 1 - 110, Berlin und Leipzig.

Bürger, O. 1890. Anatomie und Histologie der Nemertinen, nebst Beiträgen zur Systematik. — Z. wiss. Zool. Bd. 50.

Bürger, O. 1895. Nemertinen. — Fauna und Flora des Golfs v. Neapel, 22. Monogr.

Bürger, O. 1896. Beiträge zur Anatomie, Systematik und geographischen Verbreitung der Nemertinen. — Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 61.

Bürger, O. 1904. Nemertini. — Das Tierreich, Lieferung 20.

Bürger, O. Nemertini. — Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. IV, Suppl. 1897 - 1907.

Coe, W. R. 1895. On the anatomy of a species of Nemertean *(Cerebratulus lacteus* Verrill) with remarks of certain other species. Transact. Connecticut Academy, Arts a. Sci., Vol. 9.

Coe, W. R. 1905. Nemerteans oft the West- and Northwest Coasts of North America. — Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College Cambridge, Bd. 47.

Coe, W. R. 1931. A new species of Nemerteans *(Lineus vegetus)* with asexual reproduction. — Zool. Anz. Bd. 94.

Coe, W. R. 1940. Revision of the Nemertean Fauna of the Pacific Coast of North, Central and Northern South America. — Allan Hancock Pacific Exped. Vol. 2.

Coe, W. R. 1944. The Nemertean *Gorgonorhynchus* and the fluctuations of Populations. — The American Naturalist, Bd. 78.

Coe, W. R. und Kunkel. 1903. A new species of Nemertean *(Cerebratulus melanops)* from the Gulf of St. Lawrence. — Biol. Bull. Vol. 4.

Corrêa, D. D. 1951. Freshwater Nemertines from the Amazon Region and from South Africa. — Univers. d. S. Paulo, Bolet. d. Faculd. d. Filos., Cienc. e Letr. Zoologia No. 16.

Dakin, W. J. und Fordham, M. G. C. 1931. A new and peculiar marine Nemertine from the Australian coast. — Nature, London, 128.

Dakin, W. J. und Fordham, M. G. C. 1936. The anatomy and systematic position of *Gorgonorhynchus repens* gen. n., sp. n., a new genus of nemertines characterized by a multi-branched proboscis. — Zool. Soc. London, Proc. (1 - 2).

du Bois-Reymond, Marcus, E. 1948. An Amazonian Heteronemertine. — Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, Zoologia No. 13.

Ehrenberg, C. G. 1831. Symbolae physicae, animalia evertebrata exclusis insectis percensuit. — Isis.

Friedrich, H. 1935. Studien zur Morphologie, Systematik und Ökologie der Nemertinen der Kieler Bucht. — Arch. f. Naturgesch. N. F. Bd. 4.

Hubrecht, A. A. W. 1879. The genera of European Nemerteans critically revised, with description of several new species. — Notes Roy. Zool. Mus. Leyden, Bd. 1.

Hubrecht, A. A. W. 1887. Report on the Nemertea. — Challenger Expedition, Zoology, Bd. 19.

Isler, E. 1900. Beiträge zur Kenntnis der Nemertinen. — Inaugural-Dissertation Basel.

Isler, E. 1902. Die Nemertinen der Sammlung Plate. — Zool. Jahrb. Suppl. Bd. V (Fauna Chilensis 2).

Joubin, L. 1890. Recherches sur les Turbellariés des côtes de France. (Némertes). — Arch. Zool. Expér., Sér. 2, Bd. 8.

Joubin, L. 1905. Note sur quelques Nemertiens recueillis en Basse-Californie par M. Diguet. — Bull. Mus. Hist. nat. Vol. 11.

McIntosh, W. C. 1869. On the structure of the British Nemerteans, and some new British Annelids. — Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Bd. 25.

McIntosh, W. C. 1873 - 1874. A Monograph of the British Annelids Part I. The Nemerteans. — Roy. Society London.

Punnett, R. C. 1901. On some arctic Nemerteans. — Proceed. Zool. Soc. London, Bd. 2.

Punnett, R. C. 1901. On a collection of Nemerteans from Singapore. — Quart. Journ. Microsc. Sc. Vol. 44, N. S.

Schütz, V. 1911. *Paralineus elisabethae* nov. gen. et spec. — Zool. Anz. Bd. 37.

Schütz, V. 1912. *Paralineus elisabethae* nov. gen. et spec. — Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 102.

Stiasny-Wijnhoff, G. 1942. Nemertinen der Westafrikanischen Küste. — Zool. Jahrb. Abt. System. etc. Bd. 75.

Stimpson, W. 1857 - 58. Prodromus descriptionis animalium evertebratorum, quae in expeditionem ad oceanum Pacificum septemtrionalum ... — Proceed. Acad. Nat. Sci. Philadelphia.

Thompson, C. B. 1900. Preliminary description of *Zygeupolia litoralis,* a new genus and new species of Heteronemerteans. — Zool. Anz. Bd. 23.

Thompson, C. B. 1901. *Zygeupolia litoralis,* a new Heteronemertean. — Proceed. Natur. Sc. Philadelphia, Bd. 53.

Wheeler, J. F. G. 1934. Nemerteans from the South Atlantic and Southern Oceans. — Discovery Reports, Bd. 9.

Wheeler, J. F. G. 1940. Notes on Bermudan nemerteans: *Gorgonorhynchus bermudensis,* sp. n. — Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 11, Bd. 6.

Yamaoka, T. 1940. The fauna of Akkeshi Bay, IX, Nemertini. — Journ. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. (Ser. 6 Zool)., Bd. 7.

Mykologische Notizen

II. Phycomyceten von Island und Grönland[1])

Von Willy Höhnk

Im folgenden werden die pilzlichen Befunde aus Bodenproben mitgeteilt, von denen wir im April auf Island und im September auf Grönland einige sammelten.

Das FFS „Anton Dohrn" lag während der ersten Fahrt, die im Rahmen der Arbeiten zum internationalen geophysikalischen Jahr stattfand, vom 1. bis 3. April 1958 im Hafen von Reykjavik in Island. Die Freundlichkeit des Herrn Dr. Einarsson vom Institut für Fischereibiologie in Reykjavik ermöglichte uns eine Wagenfahrt nach den Warmhäusern bei Hveragerdi und nach einem Geysir in der Nähe. Es lag damals noch Eis und Schnee auf dem Lande. Die Straßen hatte der Schneepflug abgeräumt, und an einigen moorigen Stellen nahe dem Wege lugten einige Bodenflecke durch die weiße Decke.

Die ersten zwei Proben entnahmen wir dem moorigen Boden neben und unter Moospolstern und Flechtenlagern gegenüber dem Skihotel auf etwa dem halben Wege nach dem nächsten Standort, die nächsten drei von der Krume neben und unter Steinen des oft betretenen und begangenen Aussichtsplatzes nahe der oberen Kante des Steilhanges bei Hveragerdi, weitere zwei vom Bett des kleinen Warmwasserabflusses bei den Gewächshäusern in dem Ort und die letzten drei vom Rutschboden zwischen den Steinen am Bergfuße, etwa 50 m vom Geysir, der einige Kilometer vom genannten Ort entfernt liegt.

Die Proben wurden unmittelbar mit dem Probenglas geschöpft und nach acht Wochen im Institut in Petrischalen ausgebreitet, mit Aqua dest. getränkt und leicht bedeckt und mit Pinuspollen, Hanf, geschältem Reis, Zellophan und Chitinteilen beködert. Am ergiebigsten waren die Pollen. Von jeder Probe liefen nacheinander vier Ansätze mit zeitlichen Intervallen von vier Wochen und zweimal sechs Monaten.

In der Tabelle sind die Funde nach den Habitaten in drei Kolonnen aufgeführt. Die Moospolster und die Flechtenkrusten lagen auf dünner Erdschicht an bzw. auf steinigem Untergrund. Am Aussichtsplatz betrug die Dicke der spärlich bewachsenen Erde auch nur wenige Zentimeter, und die Proben vom Rutschboden wurden an den Stellen oder Nischen genommen, wo die Erde etwa 5—10 cm dick zusammengetragen war.

---

[1]) Die Aufnahmen sind Verbreitungsstudien. Die Bestimmung der Formen geschah nach: Sparrow, F. K. Aquatic Phycomycetes Aufl. 1 (1943) und 2 (1960), Matthews, V. D. Studies on the genus Pythium (1931), Middleton, J. T. The taxonomy, host range and geographic distribution of the genus Pythium (1943) und Coker, W. C. The Saprolegniaceae (1924).

Auf der zweiten Fahrt des FFS „Anton Dohrn" im August bis September des gleichen Jahres ermöglichte die Schiffsleitung eine kurze Landung mit dem Motorrettungsboot auf dem 5 sm entfernten Ostufer Grönlands. Der Ort lag etwa auf 63° nördl Breite.

Beim Näherkommen löste sich die auf die Wasserlinie projizierte Eisbarre in viele Treibeisblöcke und Eisberge auf, die die felsigen Höcker

Artenliste für die Island- und Grönlandproben	Bodenproben von Island			Grönland	
	2; Warmwasserbach	6; mehrere terrestrische Standorte	2; Moospolster	4; aquatisch	5; terrestrisch
Biflagellatae					
Saprolegniacae					
1. *Dictyuchus*, asexuell	+				
2. *Saprolegnia* spec. asex.				+	+
Thraustochytriaceae					
3. *Thraustochytrium proliferum*				+	+
Leptomitaceae					
4. *Sapromyces elongatus*				+	
5. *Apodachlya brachynema*					+
Pythiacea					
sexuelle Formen					
6. *Pythium monospermum*	+	+	+	+	
7. „ *de Baryanum*		+			
8. „ *hypogynum*		+			
9. „ *rostratum*			+		
10. „ *graminicolum*				+	+
11. „ *irregulare*				+	+
asexuelle Formen und Myzelien					
12. *Pythium inflatum*	+				
13. „ spec. fädige Sporangien	+	+	+	+	+
14. „ spec. kugelige Sporangien			+		+
15. *Pythiogeton ramosum*					+
Olpidiopsidaceae					
16. *Olpidiopsis pythii*	+	+			
17. *Petersenia irregulare*	+	+			

Artenliste für die Island und Grönlandproben	Bodenproben von Island			Grönland	
	2; Warmwasserbach	6; mehrere terrestrische Standorte	2; Moospolster	4; aquatisch	5; terrestrisch
Uniflagellateae					
Olpidiaceae					
18. *Olpidium pendulum*	+	+	+		
19. „ *luxurians*	+	+			+
20. „ *entophytum*	+				
Phlyctidiaceae					
21. *Rhizophydium globosum*	+	+	+		
22. „ *pollinis pini*			+	+	
23. „ *sphaerotheca*		+			+
24. „ *mammillatum*		+			+
25. „ *macrosporum Karling*			+		
26. *Phlyctidium anatropum*		+			
27. *Phlyctochytrium biporosum*		+			
28. „ *chaetiferum*	+		+	+	
29. „ *laterale*		+	+		
30. „ *proliferum Ingold*		+			
Rhizidiaceae					
31. *Karlingia rosea*		+			+
Chytridiaceae					
32. *Chytridium gibbosum*	+	+	+		
Hyphochytriaceae					
33. *Hyphochytrium catenoides*		+			

des Landes der Sicht von Bord verdeckten. Die küstennahen Hänge waren z. T. nackend, die Südlage aber mit bräunlich scheinendem, niedrigem Gesträuch überzogen. Schnee und Eis lagen auf den Bergkuppen und in den oberen Teilen der ausgehobelten und ausgewaschenen Rinnen. Ein langer Gletscher füllte die Talung zwischen zwei Bergketten, senkte sich meerwärts und endete mit scharfer Bruchkante oberhalb der Wasserlinie.

Vom Schlauchboot aus konnte das Ufer eines Nordhanges bestiegen werden. Die höckrige Oberfläche des steinigen Saumes zeigte kleine, seichte, wassergefüllte Wannen und Becken. In ihnen lebten einige submerse und an ihren Wasserlinien fleckenweise auch Uferpflanzen. In den Spalten und auf deren wenige Zentimeter schmalen Stufen oder Vorsprüngen kümmerte eine spärliche terrestrische Flora, unter ihr ein blühender Ranunculus. An diesen Plätzen war wenigstens etwas erdiges Substrat zu finden. Wir sammelten insgesamt neun Proben, jeweils geringe Mengen, 3—10 cm^3, vier von submersen und fünf von terrestrischen Standorten. Alle lagen in Ufernähe; innerhalb einer Uferbreite von etwa 100 m und wenige bis zu 10 m über dem damaligen Wasserspiegel des Fjords.

Die submersen Plätze befanden sich innerhalb der Spritzerzone, ihr Wasser dürfte leicht brackig gewesen sein. Der Salzgehalt wurde nicht bestimmt. Die Proben dieser Orte tränkten wir mit einer Mischung von Aqua dest. mit etwas Schelfwasser; für die terrestrischen Proben verwandten wir nur Aqua dest. — Von allen Proben wurden drei Ansätze gemacht. Die in den Grönlanderden gefundenen Phycomyceten sind in die beiden rechtsstehenden Kolonnen der Tabelle eingetragen.

In allen Proben, sowohl denen von Island als auch jenen von Grönland, waren neben den niederen auch höhere Pilze, *Fungi imp.*, enthalten. Die letzteren sind nur z. T. bestimmt worden; sie wurden hier nicht mit aufgeführt.

Die Befunde in den Proben der beiden Länder sind recht ähnlich. Die Unterschiede in der Liste, daß einzelne Angehörige der *Olpidiopsidaceae, Chytridiaceae* und *Hyphochytridiaceae* nur in Island und die der *Thraustochytriaceae* und *Leptomitaceae* nur in Grönland gefunden worden sind, dürften wohl bei einer größeren Probenzahl und durch die Wahl ähnlicher oder weiterer Standorte und bei Berücksichtigung der Jahreszeit verschwinden. Das wäre sehr wahrscheinlich in bezug auf die Gattungen und höheren systematischen Einheiten, wenn auch nicht für alle Arten.

Überrascht hat mich die Beobachtung, daß die kleinen Erdproben vom felsigen Grönlandufer noch eine relativ hohe Ausbeute erlaubten. — An den von Menschen häufig begangenen Standorten Islands fanden sich die auch bei uns an ähnlichen Plätzen geläufigen Arten.

Harder berichtete 1954 über die arktische Vegetation der *Uniflagellatae* (und dazu einer biflagellaten *Olpidiopsis*art). Seine Standorte lagen in Lappland und auf Spitzbergen, etwa 5 bzw. 13—16 Breitengrade nördlicher. Er köderte aus 74 Proben bei jeweils fünf Ansätzen 19 Arten. Wir gewannen aus 19 Proben bei vier bzw. drei Ansätzen 18 solcher Formen.

Phycomycetes-Befunde waren also in unsern Bodenproben zu erwarten. Daß wir mit wesentlich niedrigerer Probenzahl und weniger Ansätzen eine fast gleiche Anzahl ködern konnten, mag Harders Auffassung stützen, daß die Häufigkeit der Formen von der Arktis südwärts zunimmt. Dafür spricht auch der Umstand, daß wir keine Fehlproben hatten, während sie

bei Harder, je nach den Standortgruppen, 0—83 % in Lappland und 67 % auf Spitzbergen betrugen.

III. Phycomyceten von der Insel Strömö (Färöer).

Meine nächste Fahrt mit dem FFS „Anton Dohrn" fand im Mai—Juni 1960, im Rahmen des „Overflow-programme" statt. Die teilnehmenden Schiffe liefen den Ort Vestmannhavn auf der Insel Strömö (im NW der Inselgruppe) an. Während dieses dreitägigen Aufenthaltes unternahmen die Fahrtteilnehmer wiederholt Ausflüge aufs Land.

Von einem dieser Wege, der uns auf die Kuppe des NO-SW streichenden Bergrückens führte, brachten wir Bodenproben von acht Standorten mit. Der etwa 600 m hohe Sattel ist zugleich die Wasserscheide. Der nordwestliche Hang ist kurz, fällt mit einer Steilküste ins Meer und gibt den Blick auf den Ozean frei. Nach Osten verdecken andere Rücken mit einigen breitaufsteigenden Gipfeln die Fernsicht. Nach SO von unserem höchsten Standort aber fiel der Hang über einige km Länge muldenartig in den Vestmannhavn-Fjord.

Dieser nach der Siedlung fallende Hang ist von einer ausgedehnten Rasenfläche bedeckt, die nur von Geröll, offenen Frost- oder Windbruchstellen und Wasserläufen gestört oder unterbrochen wird. Sie hilft die Bodenkrume am Ort festhalten oder doch das Abrutschen zu verlangsamen. Die Krume ist dünn, von wenigen Zentimetern bis zu einigen Dezimetern in kleinen Furchen, Mulden oder Wannen.

Die reichen Niederschläge halten die Krume wohl das ganze Jahr über feucht. Die Sickerwässer treten in vielen Quellen wieder aus; ihre Wässer vereinigen sich und spülen dann in breiten Bachbetten das Gestein bloß. Es ist ein eindrucksvolles Bild, wenn bei Sonnenlicht mehrere Dutzende blinkender Quellen und blitzender Bergbäche und Wasserfälle den Hang tupfen und beleben.

Die Bodenproben wurden am 30. 5. 1960 dem oberen $^2/_3$ des Hanges entnommen, oberhalb der Siedlung und der durch Steinwälle geschützten Wiesen. Dennoch wird das Land von Menschen begangen und von Schafen beweidet. Der erste Standort liegt auf dem Sattel, die anderen waren eine kleine Sphagnummulde, ein Rinnsal, ein überdeckter unterirdischer Bachlauf bis 35 cm Tiefe, ein steiniges Bachbett, drei Windbruchstellen und ein Platz nahe der Kreuzung Bachtal / Horizontalstraße. Die acht Standorte lieferten den Boden für 15 Rohkulturen, die in Erlenmeyerkolben, Petrischalen und Probenbechern mit Aqua dest. aufgeschwemmt und nacheinander oder in Parallelschalen mit geschältem Reis, Hanfsamen, Pinuspollen und in einzelnen Schalen auch Ameisenpuppen beködert wurden. Die Beobachtungszeit betrug 6—10 Wochen, in der mehrere Durchsichten stattfanden.

Die Befunde enthalten nur die Phycomyceten ohne die Angehörigen der *Mucolares*. Septierte Myzelien höherer Pilze waren in allen Schalen festzustellen.

Artenliste für die Färöer-Proben	Windbruch 13 Proben	Grasland 3 Proben	Ufer 9 Proben	Wasserlauf 6 Proben
Biflagellatae				
Thraustochytriaceae				
1. *Thraustochytrium* spec.				+
Saprolegniaceae				
sexuelle Formen				
2. *Saprolegnia ferax*	+			
3. *Achlya americana*	+			
asexuelles Myzel				
4. *Saprolegnia* spec.				+
Pythiaceae				
sexuelle Formen				
5. *Pythium debaryanum*		+		
6. „ *splendens*		+		
7. „ *dissotocum*				+
8. „ *artotrogus*	+			
asexuelle Formen und Myzelien				
9. *Pythium catenulatum*			+	
10. „ *afertile*				+
11. „ *intermedium*	+	+		
12. „ spec. fädige Sporangien	+			+
13. „ „ kugelige „		+		+
14. *Pythiomorpha gonapodioides*				+
Uniflagellatae				
Olpidiaceae				
15. *Olpidium luxurians*	+			
Phlyctidiaceae				
16. *Rhizophydium globosum*	+	+	+	+
17. „ *chaetiferum*	+	+		
18. „ *laterale*	+			
19. „ *ampullaceum*				+
20. „ *asymmetricum*	+			
21. „ spec.				+
22. *Phlyctochytrium quadricorne*			+	
23. „ *bullatum*			+	
24. „ *laterale*	+			+
25. „ *megasporum*		+		
26. „ *chaetiferum*		+		
27. „ spec. Reinbold	+			
28. *Podochytrium* spec.	+			
29. *Entophlyctis bulligera*	+			
Rhizidiaceae				
30. *Rhizophlyctis rosea*	+			
Chytridiaceae				
31. *Chytridium Schenkii* (Schenk) Scherffel				+
32. „ spec.			+	
33. „ *versatile*	+			
Synchytriaceae				
34. *Synchytrium* spec.	+		+	

Die Färöer gehören in das feuchttemperierte Klima, in dem genug Regen oder Schnee in allen Monaten fällt. Die Temperatur ist zwar im Sommer kühler als bei uns, das vieljährige Mittel für den kältesten Monat ist mit +3,2° C aber höher als bei Hamburg (—0,3° C). Angehörige der niederen Pilze waren aus diesen Gründen zu erwarten. Die Artenliste der Phycomyceten dürfte durch die Behandlung weiterer Proben von verschiedenen Standorten, vor allem auch im unteren Drittel des Hanges, noch erheblich wachsen. Eine gewisse Einschränkung der Formenzahl und auch regulierend für die Häufigkeit bestimmter Formen könnte das Fehlen besonderer Substrate verursachen. Der von uns begangene Hangteil war z. B. baum- und gebüschfrei. Diese Pflanzen sind nur in der Siedlung beobachtet worden.

Über die Pilze der Färöer-Inseln erschien vor kurzem das Werk von Möller. Die hier beobachteten Formen sind darin nicht enthalten; es behandelt auch keine aquatischen Pilze.

Anschrift des Verfassers:

Dr. W. Höhnk, Institut für Meeresforschung in Bremerhaven.

Literatur:

Harder, R. 1954. Über die arktische Vegetation niederer Phycomyceten. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen. Math.-phys. Klasse. IIb Biol.-phys.-chem. Abt. Nr. 1; 1—9.

Möller, F. H. Fungi of the Faeröes. Copenhagen. 1958.